

Trabajo Fin de Grado

Operaciones defensivas en zona de montaña encomendadas a unidades de zapadores

Autor

DAC Berta CASÁNS GABASA

Director/es

Director académico: Prof. Dr. D. Andrés Miguel COSIALLS UBACH

Director militar: Capitán D. José María FERNÁNDEZ CABALLERO

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
Año 2019

PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO

Resumen

La Doctrina Militar encomienda a las unidades de Zapadores una serie de operaciones defensivas en zona de montaña. Sin embargo, los manuales específicos del Arma de Ingenieros, se limitan únicamente a citarlas, sin describirlas ni conceptualizarlas. Tampoco se encuentran entre las tareas de instrucción y adiestramiento de las tropas. El objetivo de este trabajo es analizar dichas operaciones para proporcionar una herramienta útil que complete ese ámbito doctrinal.

A lo largo de la historia, las tropas han utilizado la montaña como un escenario donde desarrollar su actividad. Así pues, en un primer lugar, se ha investigado sobre los antecedentes más relevantes, desde la antigüedad hasta nuestros días. El paso de Aníbal por los Alpes, o, las campañas invernales de la Francia napoleónica en Rusia o de la Alemania durante la 2ª Guerra Mundial deben hacernos plantear la necesidad de entender la situación en la que trabajan las unidades de montaña. Es necesario adaptar el equipamiento, la instrucción, los materiales, el equipo y los procedimientos a ese contexto y terreno montañoso.

El escarpado paisaje de la montaña y la extrema climatología aumentan la probabilidad de sufrir movimientos de tierra y aludes, al mismo tiempo que dificulta los desplazamientos. Estos hechos, que, en un primer momento, se aprecian como problemas propios de la montaña; pueden, haciendo un uso adecuado de ellos, convertirse en actores fundamentales para conseguir el triunfo de una operación.

Por ello, con el objetivo de que las unidades de Zapadores desplegadas en montaña desarrollen novedosos procedimientos, se han analizado varios problemas a los que deben enfrentarse. Estos retos han sido clasificados en base a su relación con factores orográficos o climatológicos.

En primer lugar, si los zapadores son capaces de provocar desprendimientos de tierra o aludes de forma controlada, ello permitirá aumentar la seguridad de las unidades, puesto que no serán sorprendidas por estos fenómenos durante el desarrollo de sus actividades. Asimismo, si los zapadores rompen las redes antidesprendimiento o provocan aludes sobre las tropas enemigas, dificultan o incluso detienen su movimiento, convirtiéndose así en medidas de contramovilidad.

La inexistencia de información en los manuales militares sobre procedimientos de actuación ha obligado a investigar su realidad y uso en el ámbito civil. En el proyecto se analizan varios equipos que provocan la caída de grandes masas de nieve, gracias a un sistema de activación de cargas por control remoto. En cuanto a la caída de rocas, se estudia como medida de protección la instalación de redes contra desprendimientos; como medida de contramovilidad, el uso de cargas de corte que rompen dichas protecciones. Estos explosivos estarán instalados en los soportes superiores de los taludes a fin de provocar el descenso de las rocas.

También se estudia la necesidad de realizar obras de fortificación ante posibles aludes, puesto que podrían ocurrir de forma natural o ser provocados de forma intencionada por las tropas enemigas. En estos casos, los zapadores deben construir obras de protección cuya finalidad sea la desviación, frenado o parada. Asimismo, la instalación *in situ* de

elementos de alerta cuyos sensores generan avisos por riesgo de avalanchas, la reforestación con arbustos que dificulten el descenso de la nieve por la ladera; y otras medidas de estabilización del manto nivoso o elementos que actúan sobre el viento, permitirán aumentar la seguridad de las tropas e instalaciones militares en la montaña.

El movimiento de las tropas propias se ralentiza en la montaña. Las características del terreno –la diferencia de alturas, las pendientes de las laderas, la vegetación y litología, la escasez y precariedad de las carreteras existentes– y la diversidad de fenómenos meteorológicos –nieve, lluvia, granizo, niebla, viento y ventisca– dificultan la movilidad de las unidades, tanto a pie, como en vehículo. Por ello, la construcción de un teleférico de circunstancias, que pueda ser usado tanto para material como personal, es un buen recurso a tener en cuenta. De igual manera, la limpieza, el mantenimiento y la adecuación de las vías de comunicación son trabajos que realizan los zapadores en beneficio de toda la Unidad.

En conclusión, la novedad del proyecto permitirá a los zapadores de montaña conocer las alternativas existentes para desempeñar sus cometidos específicos –en operaciones defensivas –que les son encomendados por Doctrina. La actual ausencia de un método concreto, provoca que las unidades no lo lleven a la práctica en la instrucción de las tropas, a pesar de tratarse de trabajos relativamente sencillos y eficientes.

Palabras clave: montaña, aludes, desprendimientos, protección, teleférico, limpieza.

Abstract

Spanish Military Doctrine orders to their Sapper units determined defensive operations in a mountainous zone. However, in the specific manuals of Sappers Arm, these operations are only mentioned. They are neither described nor practiced during instruction tasks. Providing to the Army with a useful tool to defensive operations is the target of the project.

Throughout history, troops have used the mountain as a scene where they can develop their activities. In this way, first of all, we have researched the most important precedents, from antiquity to nowadays. Aníbal's battles in Alps, or Napoleon and Germany's occupation of Russian terrain during winter campaigns. They suggest us to understand the troops' situation when they worked in the mountain. We have to adapt the equipment, uniform and procedures to a mountain terrain.

The steep landscape of the mountain and the extreme climatology increase the probability of suffering land movements and avalanches. It complicates the troops' movements as well. At the first sight, it is considered as common problems of the mountain. However, we can turn into essential actor to have a successful operation.

The object of the project is that our Sapper units in the mountain develop new procedures. For this reason, we have analyzed several problems that our Sapper units must face. These challenges have been classified according to orographic and climatological factors.

First of all, if sappers could make a landslide or an avalanche under control, they would be safe while they were working. Sappers will not be surprised by these natural phenomena. In the same way, breaking anti-landslide mesh or causing an avalanche over enemy's troops allows our sappers to stop the enemy's movement. These measures are excellent counter mobility activities.

There aren't some information about these kind of procedures yet. That's why we have researched about their civil use. In this project, we analyze some devices that cause an avalanche. They can do it thanks to a remote control system. About landslide, we study the installation of meshes on slopes and the use of charges that breaks these protection system. The explosives are installed on the slopes to cause the fall on the rocks.

Enemy troops are able to cause an avalanche as well. In consequence, we study the capacity of putting up some protection build. Sapper units must build protection buildings to divert, brake or stop an avalanche. Likewise, installing avalanche alarm sensors, reforesting with determinate shrub or making others stabilized measures, help to increase the security of the mountain troops.

The movement of the units slows down in the mountain due to several reasons. The characteristics of the terrain and the variety of meteorological phenomena difficult the mobility of the troops, both by foot and by vehicle. Thus, a cable car, used to equipment or people, is a good method of mobility. In the same way, cleaning, maintenance and adaptation of the roads are sapper jobs. And they are useful to all the unit.

To sum up, the newness of the research will allows to know new procedures to perform the defensive operations which are entrusted to the Sapper units in the Doctrine. The absence of a specific method causes that units don't practice during their instruction.

Keywords: mountain, avalanches, landslide, protection, cable car, cleaning.

* PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO *

Índice

<u>AGRADECIMIENTOS</u>	<u>VI</u>
<u>ABREVIATURAS</u>	<u>VII</u>
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	<u>1</u>
<u>2. METODOLOGÍA Y OBJETIVOS</u>	<u>2</u>
<u>3. ANTECEDENTES Y CONTEXTO</u>	<u>3</u>
3.1. LOS ZAPADORES Y LAS OPERACIONES DEFENSIVAS EN ZONA DE MONTAÑA	3
3.2. LA ZONA MONTAÑOSA	4
<u>4. OPERACIONES DEFENSIVAS</u>	<u>6</u>
4.1. CUESTIONES PREVIAS	6
4.2. FACTOR OROGRÁFICO	7
4.2.1. REDES DE PROTECCIÓN	8
4.2.2. ROTURA DE REDES	10
4.2.3. LIMPIEZA DE RUTAS POR DESPRENDIMIENTOS	11
4.2.4. TELEFÉRICO DE CIRCUNSTANCIAS	12
4.3. FACTOR NIVOSO	16
4.3.1. DESENCADENAMIENTO DE ALUDES	17
4.3.2. LIMPIEZA DE RUTAS	23
4.3.3. FORTIFICACIÓN Y ALERTA	23
<u>5. CONCLUSIONES</u>	<u>29</u>
<u>6. BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>31</u>
<u>7. ANEXO I: ENTREVISTA CUADROS DE MANDO RING 1</u>	<u>33</u>
<u>8. ANEXO II: TELEFÉRICOS DEL ET</u>	<u>35</u>
<u>9. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</u>	<u>37</u>

Agradecimientos

Varias son las personas de las que depende el resultado final de este proyecto y a las que quisiera dedicar unas palabras.

En primer lugar, a nivel grupal, a todo el personal del Regimiento de Ingenieros nº 1 de Burgos que ha facilitado mi estancia en la ciudad. Su gran acogida sirvió de gran ayuda a mi temprana adaptación al estilo y dinámica de trabajo del día a día de una unidad. Los cuadros de mando de dicho Regimiento me han demostrado su capacidad de aclimatación a repentinos cambios y vicisitudes de su trabajo; además de hacerlo con serenidad y eficacia.

De modo individualizado, me gustaría subrayar la ayuda prestada por el tutor militar, el Capitán Fernández Caballero. Su atención en el desarrollo del proyecto, así como la rapidez con la que me puso en contacto con el personal adecuado que pudiese aportar buenas ideas al trabajo, me ha servido de gran ayuda para cumplir mis objetivos.

Al Sargento Branchadell, que tras la experiencia y conocimientos adquiridos durante los años de servicio en unidades que apoyaban operaciones en montaña, me ha servido de gran ayuda para la realización del trabajo.

En tercer lugar, al Teniente Vallejo, quien con sus conocimientos acerca de táctica de ingenieros y sus recomendaciones, me permitió dar un enfoque más concreto en cuanto a los objetivos del proyecto.

En último lugar, aunque no por ello menos importante, a mi tutor civil, el Dr. Cosialls. Su modo de trabajo y filosofía ha sido muy importante, no solo para el desarrollo del trabajo, sino para mi persona.

Abreviaturas

AEMET → Agencia Estatal de Meteorología.
App. → Aplicación.
ARVA → Aparato de Rescate de Víctimas de Avalancha.
ATP → *Allied Tactical Publication* (publicación táctica aliada).
ATV → *All Terran Vehicle*.
BIEM → Batallón de Intervención en Emergencias.
Catex → Cable Transportador de Explosivo.
Cfr. → Confróntese.
Cía. → Compañía.
CMT → Centro Meteorológico Invernal.
Coord./s. → Coordinador/es.
Dcha. → Derecha.
Dr. → Doctor.
DRA → Detector de Avalanchas en Carretera.
Ed. → Editorial.
ET → Ejército de Tierra.
Etc. → Etcétera.
FAMET → Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra.
FFAA → Fuerzas Armadas.
GSM → *Global System for Mobile communications*.
h. → Hora.
HEA → *High Energy Absorption*.
ICC → Instituto Cartográfico de Cataluña.
Ídem. → Lo mismo.
Ibídem. → En el mismo lugar.
Izda. → Izquierda.
Kg. → Kilogramos.
LEVA → Localizador Electrónico de Víctimas de Avalancha.
M. / m. → Metros.
MADOC → Mando de Adiestramiento y Doctrina.
METEOALERTA → Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Meteorología Adversa¹.
NBQ → Nuclear – Biológica – Química.
Nº → Número.
°C → Grados centígrados.
Óp. cit. → Ópere citato (en la obra citada).
OPORD → Orden de operaciones.
Pág./s → Página/s.
PNPVFA → Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de los Fenómenos Meteorológicos Adversos.
RD → Real Decreto.
RING → Regimiento de Ingenieros.

¹ Cfr. MADOC: *OR1 – 505, Torminver 10. Orientaciones. Procedimientos de intervención e tormentas invernales*, Julio, 2010, págs. 2-1.

SIGLE → Sistema de Información y Gestión Logística del Ejército.

SGM → Segunda Guerra Mundial.

SNIC → *Snow and Ice Clearance* (limpieza de hielo y nieve).

TDR → *Tir Direct Radiocommande* (sistema de fuego directo radiocontrolado).

TN → Teatro Nacional.

TO → Teatro de Operaciones.

TOM → Transporte Oruga de Montaña.

TTP → *Tactics Techniques and Procedures* (tácticas, técnicas y procedimientos).

UME → Unidad Militar de Emergencias.

VCZ → Vehículo de Combate de Zapadores.

Vid. → Véase.

Vol. → Volumen.

1. Introducción

El Arma de Ingenieros se encarga de responder a las necesidades de trabajo que derivan del combate, es decir, las tareas de apoyo que requieren de unas tareas técnicas y especializadas². Para ello, se precisa material, equipo y personal experto, que conozca los medios disponibles, sus capacidades y sus limitaciones. En zonas montañosas, además del contexto en el que se desarrollan las operaciones, existe el agravio de la orografía y climatología extremas.

Ante una operación de tipo defensivo en zona de montaña, los zapadores realizan todo tipo de labores de apoyo a la unidad operativa³ a la que pertenecen. Esencialmente⁴, llevan a cabo misiones cuyo objetivo son las funciones del combate⁵ maniobra; centrada en la contramovilidad del enemigo, la movilidad propia, y, la protección⁶.

Así pues, el fin último de este proyecto es presentar innovadoras disyuntivas que faciliten a las unidades de zapadores el desempeño de sus cometidos. Por ello, el cuerpo del proyecto se estructura de manera que, en primer lugar, se explica una evolución en cuanto al estilo de vida de las unidades, su modo de desplazarse y sus cometidos específicos en zona de montaña con climas extremos. Desde historiadores que narraban las hazañas del ejército de Aníbal a su paso por los Alpes, pasando por batallas napoleónicas y curiosidades de la SGM en territorio soviético, hasta nuestros días; observamos cómo la montaña ha supuesto siempre un reto para las tropas.

En un primer momento, el escarpado relieve de las montañas impedía el movimiento de las tropas en vehículo debido a las grandes limitaciones que éstos presentaban. Sin embargo, con los avances tecnológicos e industriales, a finales del siglo XX, se produjo la aparición del TOM, que mejoraba la movilidad gracias a su sistema de cadenas⁷.

Conocidos los inconvenientes de este TO, se hace un estudio acerca de la orografía y climatología de la montaña obteniendo como resultado las amenazas que conlleva este tipo de terreno y las posibles soluciones que existen para hacer frente a ellas.

Con este punto de partida, se clasifican los trabajos de los zapadores en base a las funciones de combate objetivo y factor del que éstas dependen. De esta manera, se examinan: las alternativas de construcción de un teleférico de circunstancias y la limpieza, el mantenimiento y la habilitación de rutas, para facilitar la movilidad de las tropas. Como medidas de protección frente a las amenazas y riesgos causados por el enemigo o el propio terreno montañoso, se estudian varios tipos de obras de fortificación de infraestructuras. Además, observamos cómo proteger a las tropas durante sus desplazamientos mediante el desencadenamiento controlado de aludes y la colocación o la rotura de redes anti desprendimiento colocadas sobre taludes. Del mismo modo, estos

² Cfr. MADOC: *OR3 – 401, Orientaciones. Empleo de los Ingenieros*, 2005, pág. 1-1.

³ La dependencia operativa es la establecida para el desarrollo de una acción conjunta en el cumplimiento de una misión, mientras que la dependencia orgánica, es aquella que establece la cadena de mando.

⁴ Cfr. MADOC: *PD4 – 009, Combate en montaña y zonas de clima frío*, 2014, pág. 5-1.

⁵ Las funciones del combate son maniobra, fuegos, inteligencia, mando y control, guerra electrónica, protección y apoyo logístico. Cfr. MADOC: *PD4 – 009...*, óp. cit., 2014, págs. de 3-1 a 3-28.

⁶ La movilidad y contramovilidad forman parte de la función de combate maniobra; que engloba, además, fuego y movimiento, dominio del terreno e influencia.

⁷ Cfr. MADOC: *PD4 – 009...*, óp. cit., 2014, pág. 4-20.

últimos trabajos también se podrían desarrollar con el objetivo táctico de dificultar el movimiento y la maniobra del enemigo.

Finalmente, aparecen una serie de conclusiones fruto de la investigación.

2. Metodología y objetivos

El proyecto se ha desempeñado desarrollando un trabajo de investigación teórica, que da a conocer los métodos que permitirán a los zapadores de montaña, llevar a cabo sus cometidos específicos.

Para ello, en primer lugar es necesario conocer cuáles son las funciones propias de los zapadores en operaciones defensivas en terreno montañoso. Para ello, se ha buscado información relativa a la vida, movimiento y combate de las tropas en zonas montañosas y climas extremos⁸.

La realización de un primer estudio, nos ha permitido averiguar que los zapadores, en defensiva, se encargan de dar apoyo a la maniobra y la seguridad de las unidades a las que acompañan. Para ello, por un lado, desempeñan trabajos de protección encaminados al incremento de la seguridad y capacidad de actuación de la unidad. En cuanto a los trabajos de apoyo a la maniobra, destacan los relacionados con el desplazamiento. Estos trabajos están ligados con los conceptos de contramovilidad y movilidad.

En relación a las operaciones defensivas de apoyo a la maniobra y protección en zona de montaña, nuestra Doctrina publica⁹ que será cometido particular de los zapadores: el provocar desprendimientos de tierra y avalanchas; la construcción de diferentes obras de fortificación, con el fin de asegurar la protección y el éxito de la maniobra; y, el tendido de diferentes tipos de pasos y la instalación de teleféricos de circunstancias que faciliten el movimiento.

A pesar de que estos trabajos son definidos como cometidos concretos de los zapadores, éstos no se conceptualizan, ni se describen métodos para la homogeneización de procedimientos entre las distintas unidades.

Por ello, el objetivo de este trabajo es completar los conocimientos en esta materia, investigando las opciones ya existentes en el ámbito civil. De este modo, se proporciona una herramienta útil para el Arma de Ingenieros.

El método teórico se ha focalizado en el análisis y síntesis de manuales de montaña en vigor de ejércitos de otras naciones¹⁰, la documentación acerca de equipos capaces de provocar aludes¹¹, e información procedente de las empresas que están al cargo de la seguridad en las carreteras y proyectos de obras de protección construidas en la zona del

⁸ Cfr. MADOC: *PD4 – 009...*, óp. cit., 2014; MADOC: *OR7 – 013...* óp. cit., 2000; MADOC: *Informe MCE 1552 R Instrucción y Adiestramiento en terreno montañoso y clima frío*, 7 de Mayo de 2015.

⁹ Cfr. MADOC: *PD4 – 102, Batallón de Cazadores de Montaña*, 2009.

¹⁰ Cfr. US ARMY: *ATP 3-90.97, Mountain Warfare and Cold Weather Operation*, Abril, 2016. Para más información, consultar <https://armypubs.us.army.mil/doctrine/index.html>; MILITARY INTELLIGENCE DIVISION: *German mountain warfare*, Special Series, nº 21, 29 de Febrero de 1944.

¹¹ Vid. <http://www.tas.fr/es/productos/avalancha-productos>; <http://www.lacroix-defense.com> y <http://www.montaz.fr/es/le-catex/>.

Pirineo¹² para hacer frente a avalanchas; además de publicaciones doctrinales ya derogadas, entre otros.

Una vez analizada toda esta información, debemos conocer los medios materiales – herramientas, máquinas, vehículos– y personal que están disponibles, actualmente, en el ET para poder desempeñar las labores preestablecidas. Para ello, se ha recurrido al método empírico, entrevistando a distintos cuadros de mando del Regimiento de Ingenieros nº 1 que sirvieron en unidades que apoyaban ejercicios en la montaña. Asimismo, otro método empírico ha sido la observación de los diferentes medios con los que cuentan las unidades de zapadores, tanto en audiovisuales como en las propias unidades (RING 1 y BIEM IV – Zaragoza).

3. Antecedentes y Contexto

3.1. Los zapadores y las operaciones defensivas en zona de montaña

“Las travesías de las tropas militares por la montaña siempre han supuesto un reto desde la antigüedad”. Así señalaban los historiadores Tito Libio¹³ y Polibio¹⁴ que la mayoría de las pérdidas personales que sufrió el ejército de Aníbal, a su paso por los Alpes, fueron causa de aludes y desprendimientos; además de las dificultades de movimiento causadas por el abrupto terreno que atravesaban.

Del mismo modo, siglos después, Napoleón escribió: *“no nos han vencido los ejércitos rusos. [...] El frío invierno es lo único que nos ha obligado a retirarnos. En primavera emprendremos una nueva campaña, y será victoriosa”*¹⁵. Los uniformes y equipos bélicos de los invasores franceses no habían sido diseñados para soportar las bajas temperaturas y nieve. Los suministros llegaban tarde, las armas perdían su eficacia o se encasquillaban, los aceites de los motores se congelaban y la dureza del suelo helado impedía cavar trincheras.

La *Batalla de Stalingrado* es otro episodio de la historia donde se muestra la crueldad de la climatología rusa. La falta de material, unido a la escasez de alimentos, malas condiciones de higiene y salud, además del frío polar, provocó la muerte de miles de soldados alemanes, dando la victoria a los soviéticos en la SGM¹⁶.

¹² FERROCARRILS DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA: *Plec de prescripcions tècniques particulars que regiran la licitació per a la contractació de l'execució de les obres d'estabilització de diversos talussos a la carretera d'accés a Port Ainé*, 2007; Vid. <http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/ObrasPublicasUrbanismoViviendaTransportes/Documentos/Aludespanticosa.pdf>; http://www.icgc.cat/es/content/download/71089/469240/version/1/file/23_2009_oller_etal_prevenccion.pdf.

¹³ Vid. LIVIO, Tito: *Historia de Roma desde su fundación*, Ed. Alianza Editorial, Madrid, 1992, pasaje [21.37].

¹⁴ Polibio narra la travesía de las tropas de Aníbal por los Alpes, señalando que “la nieve ocultaba el paso al soldado; cualquier traspie o desvío del camino era un precipicio en un despeñadero [...]. Con el auxilio de la tropa, se abrió camino en la misma peña, aunque con mucho trabajo”. Vid. POLIBIO MEGALOPOLITANO: *Historia*, Tomo I, Libro Tercero, Capítulo XV “Tránsito de los Alpes por Annibal. Emboscadas, desfiladeros, y dificultades que tiene que vencer”, Madrid, 1789, págs. 334-335.

¹⁵ Vid. SEGOVIA, José: “El arma rusa invencible”, *XL Semanal*, 14 de febrero de 2018. Disponible en <https://www.xlsemanal.com/conocer/historia/20180214/el-frio-de-rusia-el-arma-infalible-en-la-guerra.html>, consultado el 2 de octubre de 2018.

¹⁶ Vid. ODALRIC DE CAIXAL I MATA, David: “La batalla de Stalingrado: el principio del fin del ejército alemán en el este”, *Revista Aequitas*, Vol. 5, 2015, pág. 76.

En el siglo XIX, la dulcificación de las condiciones climatológicas invernales y los avances tecnológicos permitieron la construcción de infraestructuras como el ferrocarril de Canfranc¹⁷ o la unión de valles mediante túneles como el del Somport. Como consecuencia del uso lúdico de la montaña, aumentó la presencia humana y el número de accidentes, con daños materiales¹⁸ y víctimas humanas¹⁹.

Ante esta situación, el ET tomó en consideración la necesidad de encomendar a sus zapadores trabajos que minimizasen riesgos relativos a la maniobra, movimiento y defensa en zonas de clima frío. Por un lado, el desencadenamiento de aludes de forma controlada no sólo facilitaba las tareas de contramovilidad del enemigo, sino que servía como medida de seguridad frente a potenciales avalanchas sorpresa. Por otro lado, la función de protección quedaba cubierta con la instalación de vallados y la construcción de infraestructuras que modificasen el curso de masas de tierra que pudieran poner en peligro núcleos de población.

En cuanto a la movilidad de las tropas, en sus inicios, las unidades destacadas en montaña estaban dotadas de material y equipo para el movimiento a pie²⁰ o en trineo. Con el tiempo, se adquirieron vehículos y motos de nieve²¹, a los que se adaptaron cadenas. A finales de la década de los 80, se adquirió el TOM BV 206²² y se realizaron adaptaciones a otros vehículos para sufragar las limitaciones del Transporte Oruga de Montaña. Para realizar las labores de mantenimiento y apertura de las vías de comunicación, en un primer momento, los zapadores utilizaban palas, picos y hachas. Este rudimentario sistema se dejó atrás con la adquisición de máquinas quitanieves, cuñas o dispensadores de sal en época invernal; y retroexcavadoras y volquetes en época estival. Fue en 1966, cuando el Ministerio de Obras Públicas²³ aprobó la creación del Regimiento de Teleféricos, dedicado específicamente a la construcción y explotación de estos sistemas, tanto para transporte de materiales como de personas²⁴.

Así pues, se afianzó el empeño de zapadores para llevar a cabo cometidos específicos de montaña relativos a la contramovilidad, movilidad y protección, como ya se ha mencionado.

3.2. La zona montañosa

Al analizar cualquier situación de combate, existen una serie de condicionantes, como el entorno físico, el terreno y la climatología; incidiendo todos ellos, en los medios materiales y humanos. *“El resultado del compendio de condicionantes que afectan al*

¹⁷ Proyecto que se remonta al año 1853, cuando un grupo de aragoneses solicitó, a través del gobierno, la construcción del ferrocarril hacia Francia a través de Canfranc.

¹⁸ Infraestructuras como la estación de esquí de Astún, localizada en un valle con escasa vegetación y propenso a sufrir avalanchas. La avalancha más aparatosa fue la producida el 25 de diciembre de 1993.

¹⁹ En 1947, el Comandante Herrero falleció tras ser alcanzado por un alud que descendía procedente del monte Tobazo.

²⁰ Esquí, bastones, raquetas, piolets, crampones, ARVA, sondas, arneses o cuerdas de escalada son elementos indispensables del equipo complementario de unidades de montaña. Cfr. MADOC: *OR7 – 013...*, óp. cit., 2000, págs. de 4-4 a 4-8.

²¹ A las que pueden acoplarse elementos tractores intercambiables dependiendo del terreno – ruedas, orugas, esquís o mixtos.

²² Transporte Oruga de Montaña, en su versión blindada y de fibra, diseñado específicamente para el movimiento en terreno nevado. Cfr. MADOC: *OR7 – 013...*, óp. cit., 2000, pág. 4-20.


²³ Vid. *Boletín Oficial del Estado*, nº 174, Julio 1966, pág. 9302.

²⁴ Actualmente, las capacidades de las unidades de montaña han disminuido a raíz de las modificaciones orgánicas sufridas por el Ejército.

empleo de la fuerza e influyen en las decisiones del jefe”²⁵ se define como entorno operativo.

Así pues, si en el TO donde actuamos existe predominio de la zona montañosa, ésta puede ser decisiva durante el transcurso de la operación; ya que puede ser utilizada por el enemigo como centro de operaciones ofensivas y defensivas. Algunos ejemplos²⁶ lo constituyen escenarios²⁷ de conflicto asimétrico²⁸ repartidos por todo el globo terráqueo²⁹; donde grupos insurgentes utilizan las zonas montañosas de difícil acceso como santuario³⁰.

Nuestros manuales recogen la necesidad de actuación en la zona montañosa del TN, macizos de Europa occidental, central y balcánica, la montaña media escandinava, norte de África, Asia Menor, cordillera del Cáucaso y Oriente Medio; además de otras zonas de iguales características³¹. Así pues, se destaca la importancia de la instrucción y adiestramiento de nuestras tropas en terreno montañoso.



Afganistán (Herat)	ISAF
Afganistán (Kabul)	ISAF
Afganistán (Qala i Naw)	ISAF
Antártida	Campaña Antártica
Bosnia i Herzegovina (Sarajevo)	EUFOR
Bosnia i Herzegovina (Travnik)	EUFOR
Iraq (Besmayah)	Apoyo a Iraq
Letonia	Enhanced Forward Presence
Libano	Libano UNIFIL
Mali	EUTM
República Centroafricana (Bangui)	EUFOR-RCA
República Democrática del Congo	EUSEC
República Democrática del Congo	MONUS CO (ONU)
Somalia (Mogadiscio)	EUTM
Turquía	Despliegue Patriot

Ilustración 1: Mapa de las misiones internacionales con presencia de las FFAA españolas³².

²⁵ Vid. MARTÍN BERNARDÍ, Miguel: “¿Cuarteles Generales de División? Sí, gracias”, *Revista Ejército*, nº 899, Marzo 2016, pág. 58, nota 3, disponible en http://www.ejercito.mde.es/Galerias/multimedia/revista-ejercito/2016/899/accesible/Revista_Ejercito_Marzo_Numero_899.pdf, consultado el 16 de agosto de 2018. Cfr. MADOC: PD3 – 316, *Ingenieros de las fuerzas terrestres*, 2016.

²⁶ Los Balcanes, Cárpatos ucranianos, Afganistán, Chechenia, Líbano, Irán o los países andinos de América del Sur. Vid. SÁNCHEZ HERRÁEZ, Pedro: *La nueva guerra híbrida: un somero análisis estratégico*, 2014, disponible en http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2014/DIEEEA54-2014_NuevaGuerraHibrida_PSH.pdf, consultado el 18 de agosto de 2018.

²⁷ Vid. COLOM PIELLA, Guillem: *¿El auge de los conflictos híbridos?*, Octubre 2014, disponible en http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2014/DIEEEO120-2014_GuerrasHibridas_Guillem_Colom.pdf, consultado el 18 de agosto de 2018.

²⁸ Vid. NAVARRO BONILLA, Diego; ESTEBAN NAVARRO, Miguel Ángel (coords.): *Terrorismo global. Gestión de información y servicios de inteligencia*, Ed. Plaza y Valdés, Madrid, 2007, pág. 68.

²⁹ Vid. INSTITUTO ESPAÑOL DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS: *Panorama geopolítico de los conflictos 2017*, disponible en http://www.ieee.es/Galerias/fichero/panoramas/Panorama_Geopolitico_Conflictos_2017.pdf, consultado el 17 de agosto de 2018.

³⁰ Vid. INSTITUTO ESPAÑOL DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS: *Análisis Geopolítico de Afganistán*, 2011, disponible en http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2011/DIEEEA12_2011AnalisisGeopoliticoAfganistan.pdf, pág. 2, consultado el 18 de agosto de 2018.

³¹ Cfr. NOP JTM 300-10: “Concepto de empleo de la Jefatura de Tropas de Montaña”, Enero 2010.

³² Mapa con las quince misiones internacionales en las que participa España. Disponible en <http://www.ejercito.mde.es/misiones>, consultado el 4 de septiembre de 2018.

4. Operaciones defensivas

4.1. Cuestiones previas

La montaña presenta diferentes retos o desafíos en el momento de planificar las labores de los zapadores en sus operaciones de carácter defensivo. El factor orográfico es el principal determinante de las zonas montañosas, caracterizadas por la presencia de desfiladeros, barrancos, congostos y precipicios.

A este particular desafío, se une el factor nivoso, que depende del período temporal en el que nos encontremos –Invierno o inicios de Primavera– o del lugar geográfico –con nieves perpetuas o por altitud.

Nuestra Doctrina³³ determina que los principales cometidos de los zapadores en apoyo a unidades de montaña tienen como objetivo la contramovilidad, movilidad y protección. En contramovilidad y movilidad, se engloban las actividades tendentes a dificultar el movimiento del enemigo y favorecer el de las tropas propias respectivamente. La protección comprende cualquier medida relativa a la seguridad.

Así, se define contramovilidad como *el conjunto de actividades dirigidas a dificultar el libre uso del terreno por parte del enemigo con objeto de desarticular sus planes [...] para neutralizar o destruir su capacidad de combate*³⁴. Para ello, la misión de los zapadores será la provocación de aludes y la rotura de redes antidesprendimiento colocadas sobre taludes. De esta manera, se dificulta el avance enemigo a través de las vías de comunicación.

Frente a estas labores, se sitúa la movilidad como *conjunto de actividades conducentes a capacitar a la fuerza a moverse a la velocidad precisa para llegar en el momento oportuno al lugar conveniente*³⁵. En este caso, los zapadores se encargarán de la limpieza de rutas –utilizando diferentes medios y maquinaria– y de la construcción de un teleférico de circunstancias.

En cuanto a la función de combate protección, ésta comprende el *conjunto de actividades dirigidas [...] a incrementar la seguridad y la capacidad de actuación. Mantiene la capacidad de combate preservando al personal, armamento, material, instalaciones e información*³⁶. Así pues, el trabajo de los zapadores consiste en la provocación de aludes de forma controlada y la instalación de vallado o construcción de obras de fortificación para hacer frente a avalanchas y desprendimientos de terreno.

Una vez conocemos cuáles son los cometidos³⁷ específicos que deben realizar los zapadores desplegados en zonas de montaña –pues así queda recogido en los manuales oficiales del Arma³⁸, planteamos una posible clasificación de éstos. Se trata de distinguir los trabajos, por lado, en función del factor orográfico o climatológico; y, por otro, en función de los objetivos que se persiguen.

³³ Cfr. MADOC: PD4 – 102, *Batallón de Cazadores de Montaña*, 2009.

³⁴ Cfr. MADOC: PD4 – 009..., óp. cit., 2014, pág. 3-12.

³⁵ Cfr. MADOC: PD4 – 009..., óp. cit., 2014, pág. 3-11.

³⁶ Cfr. MADOC: PD4 – 009..., óp. cit., 2014, pág. 3-24.

³⁷ Proteger a las tropas propias y facilitar su avance así como dificultar la maniobra y movimiento de las tropas enemigas.

³⁸ Cfr. MADOC: PD4 – 009..., óp. cit., 2014, pág. 3-12.

De esta manera, los trabajos relativos a la orografía, se podrán ejecutar en todo tipo de zonas montañosas, mientras que, los segundos, solamente cuando se prevean acumulaciones de nieve.

	Contramovilidad	Movilidad	Protección
Factor orográfico de relieve	+ Rotura de redes contra desprendimientos.	+ Teleférico. + Limpieza de rutas con JCB y volquete.	+ Redes y vallado contra desprendimientos
Factor nivoso	+ Provocación de aludes.	+ Limpieza de rutas con quitanieves y otra maquinaria.	+ Provocación de aludes. + Obras de fortificación frente avalanchas y vallado.

Tabla 1: Propuesta del autor de este proyecto para la clasificación de los trabajos específicos a desempeñar por zapadores en base a la función de combate objetivo.

Tras un periodo de investigación, todas estas acciones aparecen detalladamente explicadas a lo largo del proyecto, donde, además, se proponen diferentes situaciones y ejemplos en los que podrían desempeñarse estas labores. Estos ejemplos, son el resultado de las entrevistas realizadas a personal que ha servido en unidades de apoyo en montaña³⁹.

De esta investigación, cabe destacar que, a pesar de estar publicado como cometido específico de zapadores, nunca se ha llevado a cabo el desprendimiento controlado de una masa de tierra o un alud con fines militares tácticos. En cuanto a las actividades de apoyo a la movilidad, solamente se ha puesto en práctica la instalación de pasos semipermanentes o permanentes. No se han realizado prácticas del tendido del teleférico que el ET tiene en dotación⁴⁰. Por otro lado, los trabajos de apertura, limpieza y mantenimiento de vías de comunicación se han desempeñado en numerosas ocasiones en el contexto de apoyo a autoridades civiles en situaciones de emergencia. En éstas, la unidad de intervención ha sido la UME, siguiendo los protocolos de activación y actuación⁴¹.

4.2. Factor orográfico

El avance enemigo puede verse ralentizado, canalizado o detenido de muchas formas haciendo uso exclusivo del terreno. El abrupto y escarpado escenario que ofrece la montaña, favorece, en determinadas ocasiones, la inestabilidad del suelo. Ello da lugar a desprendimientos o movimientos de terreno, tratándose de desplazamientos de material litológico que siguen la dirección de las laderas⁴².

Los derrumbamientos de tierra pueden desencadenarse por dos motivos; pudiendo el ser humano, intervenir en cualquiera de ellos. En primer lugar, por causas externas, generando un incremento en los esfuerzos de tracción a los que están sometidos los materiales. Estos derrumbamientos pueden ser derivados de grietas del terreno, efectos climáticos, sobrecarga, vibraciones o cambios en cursos de agua. En segundo lugar, por causas internas, provocando una disminución en la resistencia de los materiales a

³⁹ Véase la entrevista en el Anexo I de este documento.

⁴⁰ Véase Anexo II de este documento.

⁴¹ Dicho Protocolo concierne a la activación, actuación e intervención de las unidades del ET y Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, con el objeto de realizar tareas relacionadas de movilidad. Vid. RD 1097/2011, de 26 de Julio 2011, *Boletín Oficial del Estado*, nº 178, pág. 84139.

⁴² VARGAS CUERVO, G.: "Criterios para la clasificación y descripción de movimientos en masa", *Boletín de Geología*, Vol. 22, nº 37, Bogotá, Julio – Diciembre 2000, disponible en <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/download/3965/4307/>, consultado el 20 de agosto de 2018.

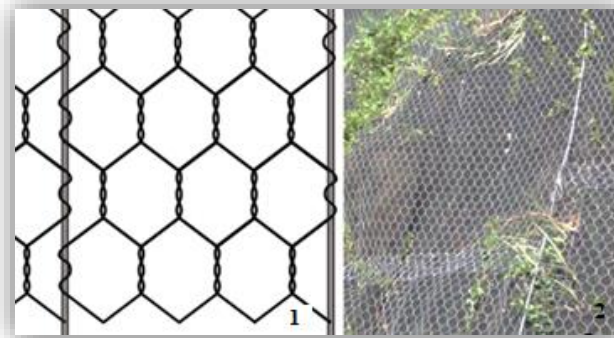
diferentes esfuerzos. Factores desencadenantes pueden ser los cambios en la estabilidad del terreno, presión de los materiales litológicos, cambios en el nivel freático o grado de fracturación de éste.

4.2.1. Redes de protección

Según se avanzó, la colocación de redes de protección y vallado con fines militares, corresponde con una actividad propia de zapadores cuyo objetivo es la protección y seguridad de la fuerza a la que acompañan.

Las protecciones frente a la caída de material pueden ser *activas* o *pasivas*. La diferencia entre ellas radica en que, las primeras, previenen la caída, interviniendo en el origen del desprendimiento; mientras que, las segundas, mitigan los efectos, tratando de controlar la caída del material para evitar riesgos en infraestructuras y usuarios. Como medidas *pasivas*, encontramos los sistemas de redes o mallas, barreras, trincheras, diques y terraplenes, entre otras.

La colocación de redes simples para la protección de carreteras o zonas urbanas cercanas a taludes es una medida pasiva. Para mayor seguridad, se utiliza la red metálica de doble torsión, puesto que tiene mayor flexibilidad que las redes de simple torsión y evita deshiladuras. Uno de los sistemas que utiliza la doble torsión es el SteelGrid⁴³. Esta red consiste en la asociación de cables de acero dispuestos longitudinalmente a una malla hexagonal de doble torsión.



(1) Detalle del revestimiento. (2) Ejemplo de aplicación en talud.

Ilustración 2: Revestimiento Steel Grid. Malla de doble torsión asociada a cable longitudinal⁴⁴.

En cuanto a medidas *activas* para hacer frente a derrumbamientos, pueden adoptarse varias acciones. En un primer momento, el saneamiento del talud⁴⁵, es decir, controlar su nivel freático, tratar de eliminar los bloques inestables, inyectar productos químicos, cales o bentonitas que mejoren la compactación del terreno o reforzar el talud con columnas de grava, bulones o micropilotes, entre otros. Otro método es el engrapado. Éste consiste en perforar el talud y armarlo, ya sea mediante el anclado de bloques sanos o cosido de estratos. Para ello, debe medirse la inclinación del talud y los planos de estratificación. También pueden instalarse redes armadas con anclajes.

⁴³ Vid. <http://www.geotim.pl/produkt/41/siatka-stalowa-steelgrid-hr>, consultado el 28 de agosto de 2018.

⁴⁴ Ilustración creada por el autor de este documento. Vid. http://www.geotim.pl/upload/Produkty_wektorowe/steelgrid_HR.jpg, consultado el 28 de agosto de 2018.

⁴⁵ Cfr. GONZÁLEZ CABALLERO, Matilde: *El terreno*, Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, 2001.

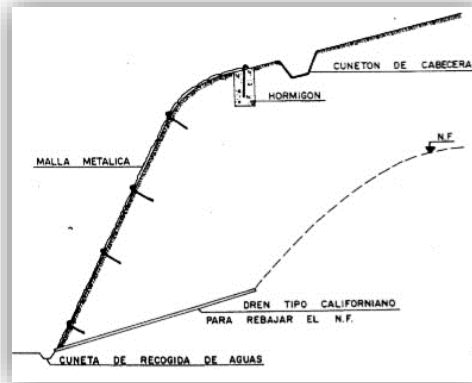


Ilustración 3: Esquema de revestimiento de redes⁴⁶.

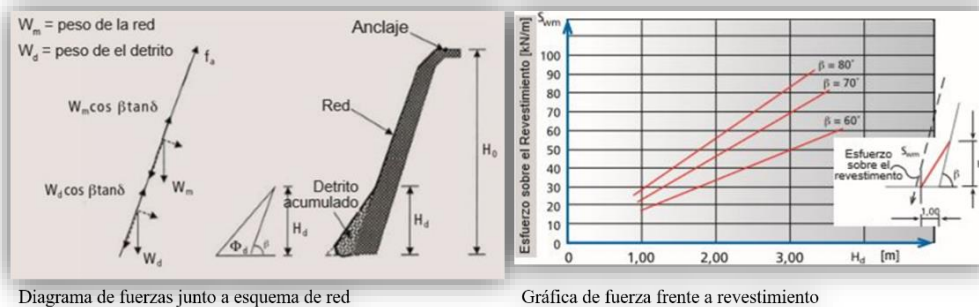


Diagrama de fuerzas junto a esquema de red

Gráfica de fuerza frente a revestimiento

Ilustración 4: El comportamiento de la fuerza en los taludes⁴⁷.

Cuando se requiere mayor resistencia del revestimiento, se dejan atrás las redes y se utilizan paneles en cable HEA⁴⁸, formados por cables entrelazados y nudos en alambre.

Otro método son las barreras que cuentan con paneles de cable, red metálica de doble torsión y cables de acero conectados a elementos estructurales que sirven de anclaje al terreno.



Ilustración 5: Barreras metálicas⁴⁹.

- (1) Detalle de unión de cables de acero que forman la red metálica. (2) Ejemplo de aplicación. Panel de cable conectado a elemento de anclaje.

⁴⁶ Vid. GÓMEZ CRESPO, Antonio: *Protección y estabilización de taludes en roca*, nº 125, 1978, pág. 265.

⁴⁷ Montaje creado por el autor. Vid. MACCAFERRI: *Sistemas contra la caída de rocas. Necesidades y soluciones*, 2008, disponible en www.maccaferri.com, consultado el 3 de septiembre de 2018.

⁴⁸ Paneles de alta absorción de energía para soportar la tensión, estos paneles tratan de deformarse lo menor posible. Las cargas se transmiten a los anclajes en el talud. Vid. <https://www.abianchini.es/es/macro/panel-hea>.

⁴⁹ Montaje creado por el autor de este documento. Vid. MACCAFERRI: *Sistemas...*, óp.cit., <https://www.maccaferri.com/br/es/aplicaciones/control-de-caida-de-rocas/>, consultado el 8 de agosto de 2018.

En el caso de existir cualquier obstáculo que impida el revestimiento del talud mediante redes, se recurre a la construcción de terraplenes, cuyas características dependerán de la morfología del talud, objetivo a proteger y terreno adyacente. Dichos terraplenes suelen construirse sobre suelo reforzado. El muro de gavión o sistema Terramesh⁵⁰ consiste en la construcción de un terraplén relleno de roca o tierra que cuenta con una red metálica de doble torsión como recubrimiento. Esta red impide que el material quede disperso, disminuyendo el área necesaria para la construcción del terraplén y aumentando la cohesión del material que se encuentra en el interior. Todo ello genera mayor estabilidad y seguridad en la obra.



Ilustración 6: Muro de gavión⁵¹.

4.2.2. Rotura de redes

Estas medidas de protección frente a los desprendimientos del terreno⁵², definidas anteriormente, pueden convertirse en medidas de contramovilidad si actuamos de la siguiente manera.

Colocando una carga de corte⁵³ en la zona de salida de la red o anclaje superior, la red anti-desprendimiento deja de estar sometida a esfuerzos de tensión y cae por efecto de la gravedad. Así, la propia caída de la red sobre la vía de comunicación se convierte en un inconveniente para el tránsito de ésta. Además, si la red afectada sustenta rocas, éstas caerán al dejar de estar sometidas a esfuerzos de compresión contra la pared.

Esta propuesta innovadora que se plantea en este proyecto, podría incorporarse en los trabajos específicos de nuestros zapadores en TO. De esta manera, con la colocación de las cargas y la consiguiente ruptura de estos sistemas de protección de vías, se podría realizar un ataque complejo como el que se describirá a continuación, con dos opciones.

En la primera de estas opciones, previo al desarrollo del ataque, se colocarían las cargas en la parte superior de un talud próximo a una vía de comunicación que se desea cortar. Cuando el convoy enemigo circulase a través de esta vía, se iniciarían las cargas, provocando la caída tanto de la propia red como del material que sustentaba, sobre la carretera. Así, el convoy enemigo estaría obligado a detenerse. En ese momento, nuestras tropas realizarían una emboscada. En la segunda opción, la explosión de las cargas se

⁵⁰ También conocido como muro de gavión. Tiene una alta capacidad de drenaje, es flexible y no necesita obra de cimentación. Disponible en <http://arisac.com> el 11 de septiembre de 2018.

⁵¹ Disponible en <http://arisac.com> el 11 de septiembre de 2018.

⁵² Vid. Apartado 4.2.1 de este documento.

⁵³ La cantidad de explosivo o carga de corte dependerá de varios factores: el tipo de recubrimiento, estado del revestimiento, estado de la tierra donde se va a colocar la carga, material del anclaje, colocación de la carga de corte, etc.

produciría en el preciso instante en el que el enemigo atravesase una zona concreta. De este modo, la caída del material se produciría sobre las tropas enemigas quedando atrapadas bajo las piedras.

Aunque no con fines tácticos, sino de modo accidental, la rotura de estas redes y el consiguiente desprendimiento de material, ha dejado intransitadas algunas vías de comunicación, como ocurrió en la Isla de La Palma el pasado 2017⁵⁴.



Ilustración 7: Derrumbe de un talud sobre la vía de La Cumbre, La Palma⁵⁵.

4.2.3. Limpieza de rutas por desprendimientos

Las rutas que atraviesan el terreno montañoso se caracterizan por su escasez y precariedad, tal como indicamos anteriormente. Los tramos difíciles de salvar, con fuertes pendientes, estrechos y encajonados limitan la movilidad y el uso de determinados vehículos.

La limpieza de las vías de comunicación que han quedado intransitables por diferentes motivos puede llevarse a cabo con maquinaria específica –una JCB⁵⁶ y un volquete–, y es otro cometido de los zapadores⁵⁷.



Ilustración 8: Operarios realizando los trabajos de limpieza tras el desprendimiento de material sobre la N-360⁵⁸.

⁵⁴ LA PALMA AHORA: “El talud donde se produjo el derrumbe en la vía de La Cumbre sigue inestable y el tramo afectado cortado al tráfico”, *El Diario.es*, 1 de diciembre de 2017. Disponible en <https://www.eldiario.es/canariasahora/lapalmaahora/sociedad>, consultado el 21 de febrero de 2019.

⁵⁵ Imagen disponible en https://www.eldiario.es/canariasahora/lapalmaahora/sociedad/talud-produjo-derrumbe-Cumbre-inestable_0_713928729.html.

⁵⁶ Modelo de retroexcavadora fabricada por la empresa inglesa *Bamford Excavators Limited*.

⁵⁷ Vid. MADOC: *PD4 – 902...*, óp. cit., 2012, pág. 6-20.

⁵⁸ Imagen disponible en: https://static01.heraldo.es/uploads/imagenes/6col/2018/06/11/img20180611wa0001_01eec836.jpg.

4.2.4. Teleférico de circunstancias

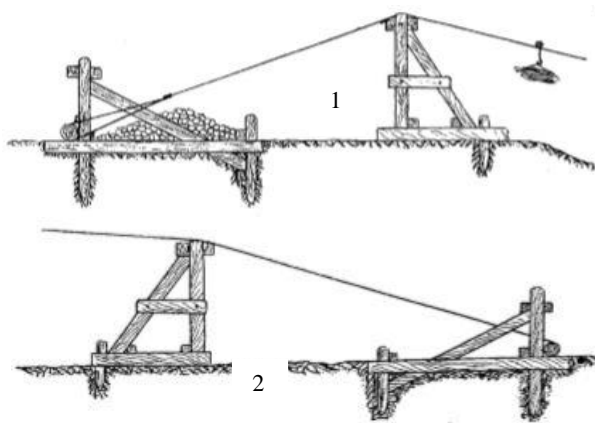
La construcción de un teleférico de circunstancias, llevada a cabo por unidades de zapadores, es un cometido específico que se asigna a los ingenieros militares para facilitar la movilidad de sus unidades.

Pero, ¿qué es un teleférico de circunstancias? Se trata de instalaciones simples con armazón de madera. Pueden rendir servicios para la distribución de material y la construcción de instalaciones de mayor importancia en zonas poco accesibles. Se utilizan en ocasiones especiales⁵⁹, con límites excepcionales relativos a presupuesto, tiempo o material necesario. Estas instalaciones suelen salvar distancias no superiores a los 500 o 600 m. para el transporte de cargas de hasta 150 kg⁶⁰.

Existen varios tipos de teleféricos de circunstancias.

a) *Teleférico con cable portador único y fijo*

Tiene dirección única de transporte, para el descenso de material ligero. Ha de soportar un choque en la estación de llegada. Se instala en terrenos de poca pendiente y cuenta con un único cable de acero tendido. Este cable rueda sobre unos carrillos –constituidos por una polea, un estribo y un gancho donde se suspende la carga–, uniendo dos puntos que se encuentran a diferente cota.



(1) Estación de origen – (2) Estación de llegada.

Ilustración 9: Teleférico con cable portador único y fijo⁶¹.

b) *Teleférico con cable único continuo*

A diferencia del anterior, éste podrá ser utilizado tanto para el ascenso como el descenso de carga no muy pesada –no más de 100 kg.– y salvar pequeñas distancias –inferiores a 250 m. Además, su instalación también es más compleja debido al material necesario para su construcción. Requiere: un cable metálico flexible, un torno de mando para la estación motriz, dos poleas de garganta con trinquete –que sirven como dispositivo de frenado–, dos engranajes cónicos de relación $\frac{1}{2}$, cojinetes de soporte, manivelas, cuatro rodillos –que servirán de guías del cable– y cortavientos con tensor –para el anclaje de las estaciones.

⁵⁹ En función de la situación y decisión del jefe se construirá un tipo u otro.

⁶⁰ Aunque estas distancias y pesos varían notablemente en función de la calidad del material empleado para la construcción del teleférico; así como el terreno donde se apoyan las instalaciones fijas, las condiciones climáticas existentes durante su uso –no apto durante fuertes ventiscas.

⁶¹ Cfr. RUIZ MARTÍN, Ángel: “Servicio...”, óp. cit., 1946, pág. 65.

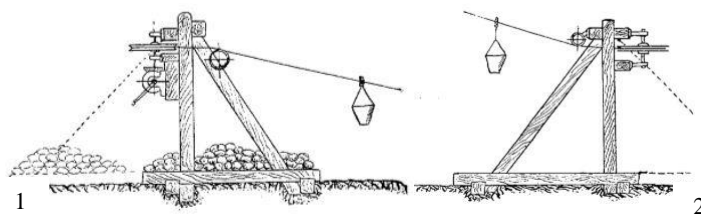


Ilustración 10: Teleférico con cable continuo.

(1) Estación de salida – (2) Estación de llegada.

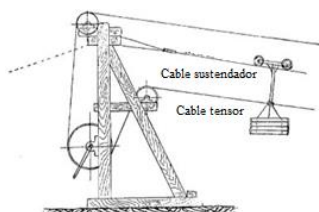


Ilustración 11: Detalle del carrillo en el cable sustentador⁶².

c) Teleférico con cable tractor y cable portador

El cable tractor puede ser *continuo* o *simple*. Ambos permiten el reenvío de material entre las estaciones. La diferencia entre ellos es el material que utilizan. Por un lado, el *continuo* está dotado de poleas. El material mecánico necesario para las poleas de reenvío es un eje, una manivela, un cable portador con mordazas de retención y zapatas de apoyo en las estaciones. Además, se necesita de una polea motora, un cable tractor, un freno, cuatro rodillos de desviación del cable motor y un carrillo de dos ruedas –con mordaza de fijación al cable tractor. Para cada apoyo intermedio que deseemos colocar, necesitaremos un gancho suspendido para el cable portador con estribo de unión y dos rodillos guías para el cable tractor y cuatro vientos. Por otro lado, el cable tractor *simple* permite el reenvío a través de un tambor en la estación motora. El tambor puede ser de palastro con cabezas de fundición o de madera.

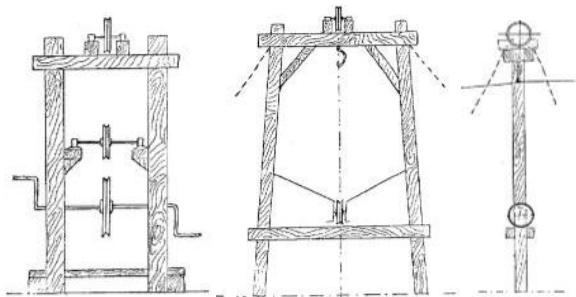


Ilustración 12: Teleférico con cable tractor continuo⁶³.

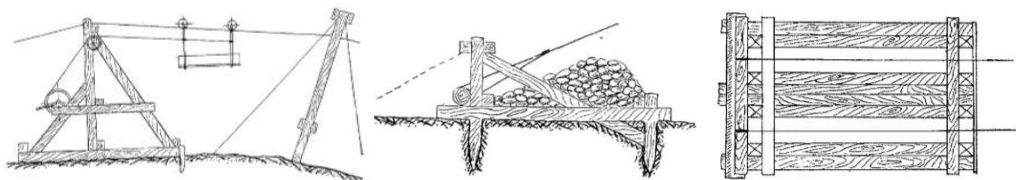


Ilustración 13: Teleférico con cable tractor simple⁶⁴.

⁶² Cuenta con mordazas para sujetarse al cable y gancho sobre el que pende la carga.

⁶³ Reenvío en estación mediante polea.

⁶⁴ Reenvío en estación motora con tambor.

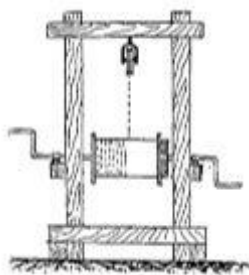


Ilustración 14: Teleférico con cable tractor simple⁶⁵.

d) Teleférico tricable

Este ingenio se utiliza para el transporte de material alargado, como pueden ser camillas de heridos o material de construcción. Su sistema permite la ida y la vuelta. Cuenta con dos cables portadores y uno de tracción continuo mediante poleas de reenvío. Su sistema de movimiento manual está formado por una polea motora de garganta con freno de cinta, rodillos guías y engranajes cónicos de tipo 1/2. En la otra estación, hay una polea de reenvío con rodillos guías.

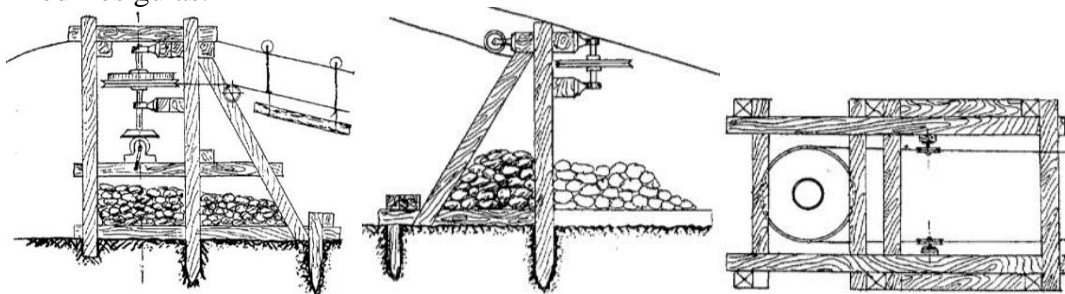


Ilustración 15: Teleférico tricable⁶⁶.

Como hemos observado, la fijación de estas infraestructuras al abrupto terreno montañoso es complicada, y, ello genera limitaciones⁶⁷. Para reducirlas, se pueden instalar una serie de elementos fijos, mejorando el anclaje de la infraestructura al terreno y favoreciendo su estabilidad. Estos elementos son las torres intermedias y los terminales. Dichos elementos pueden ser de diferentes tipos en función del material disponible de la unidad –madera, perfiles metálicos, herramientas para cavar un foso de determinadas dimensiones, entre otros– y la orografía del lugar de instalación.

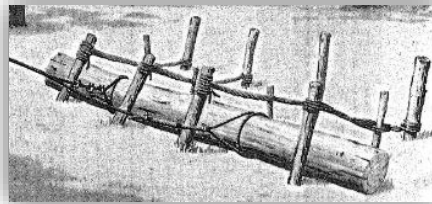
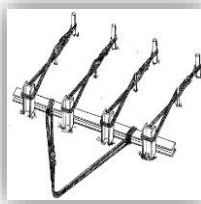
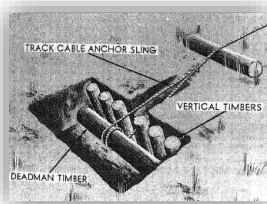


Ilustración 16: Diferentes métodos de anclaje de los terminales al terreno, en función del material y orografía de la zona⁶⁸.

⁶⁵ Estación intermedia: con vientos y gancho suspendido para cable portador con estribo de unión y rodillos guías para tractor.

⁶⁶ Cfr. RUIZ MARTÍN, Ángel: "Servicio...", óp. cit., 1946, pág. 69.

⁶⁷ Ya bien sea por temporal o cargas del material a transportar.

⁶⁸ Ilustraciones obtenidas de HEAD QUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY AND AIR FORCE: *The Army Technical Manual Tm5-270 Cableways Tramways And Suspension Brides*, 1964, pág. 6-10.



Ilustración 17: Diferentes métodos de anclaje de torres intermedias en función del material y orografía de la zona.

Además de transportar materiales, los teleféricos también pueden idearse para la evacuación y extracción de personal localizado en zonas donde es necesario salvar una corriente de agua, una zona escarpada o puentes destruidos. Existen varias alternativas en función del terreno que se desea salvar, el material disponible y la gravedad del herido. Un método sencillo consiste en atar una cuerda a un punto de apoyo seguro. En la orilla opuesta, se fija el otro extremo de la cuerda de la misma forma, de manera que ésta no esté muy tirante. Para suspender la camilla, se pasa la cuerda a través de dos mosquetones, poleas u otro tipo de rueda. Con el fin de evitar que la camilla bascule, se asegura con otra cuerda⁶⁹.

El éxito en una operación militar en montaña, donde el terreno es angosto y accidentado y las vías de comunicación y puentes casi inexistentes; depende de la capacidad de movimiento del personal de la unidad, su material, equipo y capacidad logística.

En muchos casos, si el acceso a determinadas zonas de la montaña es complicado o imposible, se recurre al uso de helicópteros⁷⁰. Sin embargo, cuando las condiciones meteorológicas o del terreno no permitan salvar el obstáculo, los zapadores pueden construir un teleférico de circunstancias.

Debido a su lento montaje y bajo rendimiento de transporte, su uso en el ámbito militar es apropiado para frentes ya estabilizados con características especiales que dependen de:

1. *Tipo de obstáculo, paso o cortadura a salvar.*- El perfil de terreno de la zona donde se desea construir el teleférico.
2. *Acceso a la zona de instalación.*- La dificultad para acceder hasta la zona deseada con el material necesario para la construcción es un limitante del tipo de teleférico que se desea construir, el paso o la cortadura a salvar.
3. *Material necesario para la instalación.*- El transporte del material, equipo, herramienta y personal hasta la zona de construcción supone unas limitaciones logísticas.
4. *Meteorología.*- La extrema climatología de las zonas de montaña dificulta los trabajos de construcción.

Por todo ello, la instalación de un teleférico de circunstancias se considera un servicio de importancia secundaria, que deben proporcionar los zapadores en zonas montañosas, por ejemplo, los Pirineos⁷¹.

⁶⁹ En caso de no disponer de una camilla como tal, ésta puede simularse mediante palos y cuerdas.

⁷⁰ El helitransporte depende en gran medida de las condiciones orográficas y climatológicas de la zona donde se pretende actuar. Vid. MADOC: PD4 – 902..., óp. cit., 2012, pág. 1-3. En este proyecto, no se tratará el desplazamiento en helicóptero, puesto que no es cometido específico del Arma de Ingenieros.

⁷¹ Cfr. RUIZ MARTÍN, Ángel: “Servicio de Teleféricos”, *Revista ilustrada de las Armas y Servicios Ministerio del Ejército*, nº 159, Abril, Madrid, 1953, pág. 46.

Será labor del Jefe de Ingenieros llevar a cabo un proyecto de tendido, que incluya, entre otros, un reconocimiento de la zona de instalación y un estudio de las necesidades logísticas; para, posteriormente, tomar la decisión del tipo de teleférico más adecuado. Para ello, deberá tener en cuenta, las capacidades, limitaciones y misión a cumplir, tanto por parte de la unidad de zapadores, como de la unidad a la que apoyan.

En cuanto a la dotación del ET⁷², existe el modelo de fabricación española *Teleférico TYCE⁷³ M-1*, de fácil montaje y transporte⁷⁴. Tras una investigación sobre su uso, no se ha encontrado ningún proyecto oficial de su tendido ni personal que tenga las capacidades técnicas necesarias para su instalación. Por ello, se concluye que, debido a las limitaciones que este presentaba para su utilización, la llegada del helitransporte a las FFAA y la tendencia de disolución sufrida por la antigua Brigada de Montaña, este teleférico ha quedado en desuso.

4.3. Factor nivoso

Otro agravante de las condiciones del combate en montaña, es la posibilidad de acumulación de nieve. Sin embargo, un uso adecuado de la masa nivosa puede conducirnos al éxito de la operación.

Un alud es el derrumbamiento de una gran masa de nieve por una vertiente montañosa⁷⁵. Una de las misiones de nuestros zapadores en montaña es llevar a cabo acciones encaminadas, por un lado, a su desencadenamiento –contramovilidad– y por otro, a la prevención y control de aludes –protección.

Para ello, es importante conocer qué tipos de avalanchas existen, cuáles son sus características, factores de riesgo y causas que pueden provocarlos, entre otros.

Aquellas superficies topográficas donde se producen aludes de forma frecuente reciben el nombre de zonas de aludes. Éstas se subdividen en zona de salida, de trayecto y de llegada. La primera se sitúa donde la nieve inicia su movimiento acelerándose a lo largo de la pendiente. A medida que desciende, va ganando masa nivosa. La segunda corresponde con la zona de desplazamiento y la última, es aquella donde el alud decelera hasta finalmente detenerse.

Varios son los factores que intervienen en la posibilidad de generar un alud. Destacaremos cómo influye la estructura del manto nivoso. El riesgo de producirse un alud aumenta cuando una capa de nieve nueva cubre la escarcha nocturna o costras de nieve vieja. Este riesgo incrementa, además, según la pendiente de la montaña⁷⁶. Relativo al terreno, los puntos más críticos son aquellos con pocos obstáculos o superficies lisas y pendientes cóncavas. En cuanto a las temperaturas, cuando son negativas y el viento provoca acumulaciones de nieve a sotavento originando cornisas –propensas al desprendimiento– también aumenta la posibilidad de producirse un alud.

⁷² Se categoriza como material de puentes fijos y flotantes. Años atrás, el ET contaba con otro modelo, TYCE M1-94; que actualmente se encuentra dado de baja en SIGLE, de modo que ya no se reponen piezas de sustitución para éste en caso de rotura.

⁷³ Véase MANDO DE APOYO LOGÍSTICO DEL EJÉRCITO: *Vademécum General de Armamento y Material. IV – Material de Ingenieros*, Tomo 1 – Máquinas pesadas, págs. de 569 a 576.

⁷⁴ Consúltase Anexo II.

⁷⁵ Vid. LÓPEZ MARTÍNEZ, Jerónimo: “El riesgo debido a los aludes”, en INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Riesgos Geológicos*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 1987, pág. 215.

⁷⁶ Las más peligrosas son las comprendidas entre los treinta y cincuenta grados.

Para evitar un accidente durante la realización de una maniobra, debemos conocer el nivel de riesgo por peligro de aludes que existe en la zona y seguir una serie de recomendaciones de acuerdo al nivel europeo establecido⁷⁷.

4.3.1. Desencadenamiento de aludes

Dificultar o impedir el avance enemigo por las vías de comunicación puede lograrse provocando avalanchas de forma controlada mediante tiro de explosivos. Así pues, esta acción se engloba dentro de las medidas de contramovilidad.

El procedimiento consiste en la colocación de una carga explosiva⁷⁸ –manual o con cañón– desde una zona superior al punto donde queremos provocar el alud, con el fin de evitar ser atrapados por la avalancha. Tras la explosión, se genera una onda expansiva que da lugar al descenso de la masa de nieve. Puede generarse de manera manual⁷⁹ –práctica que ya no se lleva a cabo por la ausencia de seguridad– o a distancia.

Este procedimiento no se ha realizado, anteriormente, con fines tácticos militares. Por ello, se plantean una serie de propuestas que existen en el ámbito civil, y que podrían ser utilizadas por los zapadores.



Ilustración 18: Desencadenamiento de aludes a pie⁸⁰.

El método de control remoto ha sido desarrollado por varias empresas civiles, dando lugar a diferentes alternativas.

a) Catex

Su nombre procede de abreviar Cable Transportador de Explosivos⁸¹. Desarrollado por la empresa *Montaz Equipement* desde 1987. Este aparato tiene un funcionamiento muy similar a un telesilla. Consiste en una estación de control que cuenta con el sistema TDR, que activa el explosivo. Un cilindro blindado, que cuelga de un cable guía, contiene la carga explosiva. Se coloca sobre la zona de salida del alud. La explosión de la carga

⁷⁷ Consultar la Escala europea de peligro de aludes de la AEMET, disponible en http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/montana/escalas_aludes/2015-EscalaEuropeaDePeligroDeAludes-AEMET-Cas-B.pdf, consultada el 8 de agosto de 2018.

⁷⁸ Disponible en <https://www.aramon.com/blog/aramon/prevencion-y-control-de-aludes/> y www.montagneleaders.fr/reportages/securite-declencheur-davalanches, consultado el 11 de septiembre de 2018.

⁷⁹ Según MASES, Montserrat: “La defensa contra los riesgos naturales. El ejemplo de los aludes de nieve”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Vol. 13, nº 2, 2005, pág. 123.

⁸⁰ Fotografía de Philippe Desmazes (AFP), disponible <https://www.20minutes.fr/planete/diaporama-13069-photo-1081237-chutes-neige-exceptionnelles-avalanches-montagne>, consultado el 27 de agosto de 2018.

⁸¹ Vid. <http://www.montaz.fr/es/le-catex/>, consultado el 8 de septiembre de 2018.

genera una onda de choque que libera el alud. Dicho dispositivo contiene una cámara que permite al usuario realizar un seguimiento del proceso desde una zona segura a través de una pantalla, pudiendo desencadenar aludes en cualquier circunstancia atmosférica. El inconveniente de este sistema con fines militares es la necesidad de una instalación previa, lo que dificulta enormemente su uso en el TO.



Ilustración 19: Catex. A la izda. cilindro blindado suspendido en el aire - a la dcha. cable guía⁸².

b) Avalancheur

Es un cañón neumático de 4 ó 6 m. colocado sobre una plataforma giratoria que dispara una flecha⁸³ a gran distancia⁸⁴. Cuando la flecha impacta sobre la nieve, el detonador inicia el explosivo. La ventaja del *Avalancheur* es abarcar varias zonas de aludes desde un mismo punto. Sin embargo, el uso de éste se ve limitado por las condiciones de baja visibilidad y fuerte viento. En estas circunstancias, podría desviarse la flecha provocando una avalancha en un lugar no deseado⁸⁵. Así pues, su utilización estaría limitada por las condiciones climatológicas del TO.



Ilustración 20: Avalancheur⁸⁶.

c) Gazex

Existen varios sistemas que no utilizan explosivo, sino una mezcla de gases. El Gazex es uno de ellos. Fue desarrollado en 1988 por TAS⁸⁷. Cuenta también con sistema de control remoto, mediante TDR o GSM. Consiste en la instalación de tubos en la zona de la montaña donde se desea desencadenar la avalancha. Estos tubos están conectados con dos cámaras que almacenan oxígeno y propano de manera independiente. Cuando se desea

⁸² Vid. <https://img.interempresas.net/fotos/1067747.jpeg>.

⁸³ Compuesta por un tubo, donde se almacena el explosivo, una nariz y un estabilizador.

⁸⁴ Unos 5000 m.

⁸⁵ Vid. <http://www.lacroix-defense.com/produit.php?langue=fr&code=avalauncher&pole=civil>, consultado el 8 de septiembre de 2018.

⁸⁶ Fotografía disponible en [http://www.lacroix-defense.com/images/pires/civil/avalauncher/photos/Avalauncher%20Avalanches%20Secubex%20Naturel%20Hazards%20Prevention%20Explosive%20Arrow%20\(3\).jpg](http://www.lacroix-defense.com/images/pires/civil/avalauncher/photos/Avalauncher%20Avalanches%20Secubex%20Naturel%20Hazards%20Prevention%20Explosive%20Arrow%20(3).jpg), consultada el 27 de agosto de 2018.

⁸⁷ Filial del grupo francés MND.

producir el alud, se abren unas válvulas liberando ambos gases hacia la base del tubo. Allí, se mezclan los gases y se produce una chispa que provoca una explosión con su consecuente llama de fuego y onda expansiva. Éste también dispone de un sismómetro que permite determinar si se ha producido la avalancha o no, pudiendo realizar un nuevo disparo cada dos minutos⁸⁸. Las limitaciones en el uso de este sistema en ambiente militar está ligado a la necesidad de una instalación previa de elevado coste y lo que ello conlleva. Es decir, un mantenimiento continuo de las instalaciones a pesar de su inutilización, la provocación de la avalancha en un lugar concreto y determinado, así como la necesidad de suministro de gases, de difícil obtención en función del TO en el que nos encontremos.

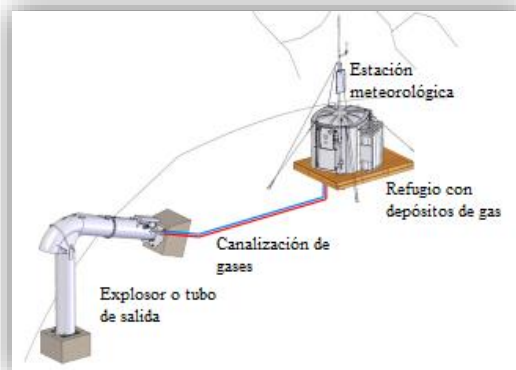


Ilustración 21: Gazex⁸⁹.

d) O'Bellx

Como resultado del desarrollo del *Gazex*, surgió *O'Bellx*. Se trata de un sistema desmontable y activo transportado en helicóptero y donde se almacenan los gases – oxígeno e hidrógeno en cámaras separadas– que provocarán la explosión cuando se mezclen. Se transporta suspendido por un helicóptero, por lo que las condiciones meteorológicas impiden utilizarlo cuando no son óptimas para la aeronavegación. Desde el helicóptero, se coloca sobre un pie fijo e inerte, anclado sobre la zona de salida de la avalancha. El sistema permite realizar disparos consecutivos cada trece segundos sin necesidad de tiempo de espera⁹⁰. Así pues, este sistema requiere de la utilización de un helicóptero y, por ello, su uso estará limitado por la climatología. Asimismo, debe contar con la instalación de un pie fijo en la montaña, donde quedará apoyado. Se requiere de una instalación previa, pero su mantenimiento es menor que el del *Gazex* o *Catex*. Ello limita la zona de la avalancha a aquella donde se ha colocado el pie fijo.

⁸⁸ Vid. <http://www.tas.fr>, consultado el 8 de septiembre de 2018.

⁸⁹ Vid. TAS, NATURAL HAZARDS CONTROL SOLUTIONS: "Control y gestión de riesgos naturales. Avalancha, terreno, acondicionamiento", disponible en <https://www.sports-hiver.com/img/Reportages/banniere/xrep-prevention-avalanches.jpg.pagespeed.ic.U5BS3lrkml.jpg>, consultado el 29 de agosto de 2018.

⁹⁰ Vid. <http://www.tas.fr>, consultado el 8 de septiembre de 2018.



Ilustración 22: O'Bellx⁹¹.

e) DaisyBell

Se comercializa desde 2008. Éste es muy parecido a *O'Bellx*, pues también almacena hidrógeno y oxígeno en cámaras de forma independiente y cuando el operador manda una señal radio a través del panel de control, se abren las válvulas de las cámaras, liberando los gases. Éstos se mezclan y producen la explosión. Su principal diferencia radica en que *DaisyBell* no consta de un pie fijo, sino que se activa directamente desde el helicóptero⁹². La única limitación de éste es el uso del helicóptero en condiciones no favorables para la aeronavegación, lo que favorece su uso para las FFAA, al poder desencadenar una avalancha en cualquier zona.



Ilustración 23: DaisyBell⁹³.

⁹¹ Fotografías disponibles en [https://www.primadanoi.it/resizer/750/-1/false/1529319492928.jpg--jpg?1529319492000](https://www.primadanoi.it/resizer/750/-1/false/1529319492928.jpg--jpg?1529319492000;); <http://www.artemachkasov.com/interalpin2013/Z5I7283.jpg>; <https://v4m-vps5.juniper-x.com/public/B192D8EF7EEB45A999A5C39778B1A2F5/WebElements/971283227DAC42EB830F396A340A1AE2.jpg>, respectivamente, consultadas el día 30 de agosto de 2018.

⁹² Vid. <http://www.tas.fr>, consultado el 8 de septiembre de 2018.

⁹³ Fotografías de Anthony CULLEN y de George KOUROUNIS, disponibles en <https://www.wired.com/2012/03/an-avalanche-control-team-hits-the-slopes-with-explosions/>, en

f) *Avalhex*

La explosión, por acción remota, de una mezcla de aire e hidrógeno provoca la fusión de la nieve contigua. Los gases son almacenados en el interior de un globo de látex, que se desintegra con la deflagración. Este aparato se ubica sobre el manto nivoso de la zona de salida. Su inconveniente para el uso militar es la necesidad de una instalación previa en la zona donde se quiere desencadenar la avalancha.



Ilustración 24: Avalhex⁹⁴.

Así pues, vemos cómo una avalancha puede tener la misma finalidad que los desprendimientos de tierra: impedir el avance del enemigo por una ruta, obligándolo a realizar un *bypass*⁹⁵; o bien, en caso de no existir una vía alternativa, detenerse completamente, convirtiéndolo en un objetivo muy vulnerable ante un posible ataque. Por otro lado, podríamos provocar el alud sobre la posición de las tropas, quedando éstas sepultadas bajo la nieve.

Con el fin de sintetizar toda la información relativa a los productos capaces de desencadenar un alud, hemos realizado una tabla donde aparecen limitaciones y ventajas del uso de cada sistema.

http://www.stormchaser.ca/Avalanche/Kootenay_2013/Kootenay_14.jpg, y http://www.tas.fr/downloads/1.3%20Daisybell_Folleto_SP.pdf, respectivamente, consultado 30 de agosto de 2018.

⁹⁴ Fotografías disponibles en http://www.turismefgc.cat/content/imgsxml/blog/24-avalhex_avalancheur_cas.jpg, consultadas el 29 de agosto de 2018.

⁹⁵ El enemigo se ve obligado a buscar ruta alternativa que no ha reconocido con anterioridad; por lo que el convoy ralentiza su movimiento o se detiene, exponiéndose a un posible ataque.

Operaciones defensivas en zona de montaña encomendadas a unidades de zapadores

DAC Berta CASÁNS GABASA

PRODUCTO	ACTIVACIÓN	COMPONENTES	LIMITACIONES	VENTAJAS
CATEX	Explosión remota por radio.	Circuito de cable y postes sobre zona de salida del alud.	Instalación fija previa a su uso.	Independencia meteorológica.
		Herramienta de control de posición de carga.		Selección del punto de disparo dentro del circuito.
AVALANCHEUR	Remota.	Cañón de tiro neumático.	Dependencia climatológica (no uso con baja visibilidad o fuerte viento).	Abarca varias zonas desde un mismo punto.
		Plataforma giratoria.	Transporte de la plataforma hasta las inmediaciones de la zona de salida del alud.	Evita riesgos al personal que provoca el alud gracias a su acción remota.
		Proyectil.		
GAZEX	Explosión remota por radio o GSM.	Estación meteorológica.	Instalación fija previa a su uso.	Independencia meteorológica.
		Cámaras de almacenamiento de gases.	Costes de instalación y mantenimiento elevados.	Evita riesgos al personal que provoca el alud gracias a su acción remota.
		Tubo de salida o explosor.	Zona de salida del alud dependiente de las instalaciones.	
			Necesidad de suministro de gases.	
O'BELLX	Explosión remota por radio o GSM.	Módulo con forma de cono, abierto, desmontable para almacenar gases (hidrógeno y oxígeno)	Dependencia climatológica (condiciones aeronavegación).	Zonas con acceso único aéreo.
			Instalación de pie fijo previa a su uso.	30-35 disparos.
		Pie = soporte inerte y fijo.	Necesidad de suministro de gases.	
			Zona de salida del alud dependiente de la localización del pie fijo.	
DAISYBELL	Explosión remota por radio desde helicóptero.	Módulo para almacenamiento de mezcla de gases (hidrógeno y oxígeno).	Dependencia climatológica (condiciones aeronavegación).	No requiere instalación fija previa a su uso.
			Necesidad de suministro de gases.	No elevamos costes de mantenimiento.
				Desencadenamiento avalancha en cualquier zona de acceso aéreo.

Tabla 2: Clasificación de los sistemas de desencadenamiento de aludes ideada por el autor del trabajo.

4.3.2. Limpieza de rutas

En el polo opuesto a la contramovilidad del enemigo, se realizan las actividades de apoyo a la movilidad de las tropas propias. Éstas se dirigen, fundamentalmente⁹⁶, a solventar incidencias producidas en la viabilidad de la red principal de carreteras, otras infraestructuras e incidencias en núcleos de población –tales como aislamientos, desaparición o rescate de personas o tratamiento de aludes⁹⁷. La primera unidad militar encargada de realizar este tipo de acciones será la UME; junto con organismos civiles, como bomberos, policía, guardia civil, protección civil o cualquier otro cuerpo que haya sido activado⁹⁸.

Esta actividad no solo se lleva a cabo en zonas montañosas; sino que también se desempeña en momentos y lugares puntuales, consecuencia de fuertes temporales que causan graves daños y requieren de material y personal especializado para evitar situaciones de colapso⁹⁹.

El ET dispone de una serie de máquinas en servicio para llevar a cabo este tipo de acciones. Son las siguientes:

- a) Overrasen UPV 150-410 S.
- b) El modelo VF-3 de quitanieves Schmidt.
- c) La cuña quita nieves Assaloni Y6N3.
- d) El equipo quitanieves Overrasent T-70-H acoplable a un VCZ o BMR.
- e) La extendidora de sal Gilleta HF 4035 D.
- f) La máquina quitanieves sobre camión IVECO.

4.3.3. Fortificación y alerta

En cuanto a la función del combate de protección, existen dos métodos de clasificación atendiendo a dos criterios diferentes y combinables entre sí. A pesar de que la protección de las infraestructuras es un cometido propio de los zapadores, en las obras de fortificación descritas a continuación, son empresas civiles las encargadas de llevarlas a cabo en TN. En el TO de accidentada orografía y donde despliegan nuestras tropas, no se ha estimado la necesidad de que nuestros zapadores lleven a cabo este tipo de misiones. No obstante, creemos que es de utilidad que las unidades de zapadores sepan cuáles son sus desempeños, y, por consiguiente, se analizan a continuación.

- a) Según la duración de la protección, distinguimos entre una defensa *permanente* o una defensa *temporal*.
- b) Según el punto de intervención en la zona de aludes, distinguimos entre la *defensa pasiva*, con el objetivo de proteger frente a las avalanchas, no de evitar su desprendimiento; y, la *defensa activa*, que consiste en la actuación sobre la zona de salida del alud para evitar que se origine por sorpresa, eludiendo potenciales daños materiales o personales.

⁹⁶ Cfr. MADOC: *PD4 – 009...*, óp. cit., 2014, pág. 7-5.

⁹⁷ Cfr. MADOC: *ORI – 505...*, óp. cit., Julio, 2010, págs. de 1-4 a 1-9.

⁹⁸ Cfr. MADOC: *ORI – 505...*, óp. cit., Julio 2010, pág. 2-5.

⁹⁹ Actividades habitualmente desempeñadas por la UME; como la apertura de viales, rescate de vehículos atrapados, transporte y búsqueda de personas para evitar colapsos por fuertes nevadas. Disponible en http://cadenaser.com/emisora/2017/11/13/ser_toledo/1510571768_897570.html, consultado el 26 de septiembre de 2018.

Clasificación	Permanente	Temporal
Pasiva	Desviación: galerías, trampolines, diques de desviación, cuñas. Frenada: dientes de frenada, obstáculos porosos. Paro: muro, dique, zona de almacenamiento. Adaptación: refuerzo de las estructuras dentro de la zona de aludes, evitar las zonas de aludes. Alerta: señalización, DRA (detector de aludes en carretera).	Reglamentación: prohibición, evacuación, privación, restricción.
Activa	Reforestación: plantaciones Modificación de la rugosidad del suelo: drenajes. Estabilización del manto nivoso: rastrillos, paranieves, redes. Acción del viento: paravientos, viravientos, tablas inclinadas.	Compactación de la nieve. Desencadenamiento de aludes de forma artificial: con esquís, explosivos, Avalancheur, Catex, gas (Gazex, Avalhex).

Tabla 3: Medidas de protección en función de la gravedad del alud¹⁰⁰.

En cuanto a las medidas de carácter permanente. La *defensa permanente pasiva* tiene como objetivo la protección de instalaciones fijas tales como carreteras o edificios instalados en la zona de llegada del alud. Existen tres tipos diferentes:

a) Obras de desviación

El objetivo de estas construcciones es modificar el recorrido del alud mediante la construcción de un obstáculo a su paso, para que evite el impacto sobre la obra que debe protegerse. La trayectoria que sigue el alud puede modificarse desviando la nieve hacia arriba, por lo que se utilizan galerías; o, lateralmente, con la construcción de diques dispuestos con un cierto ángulo respecto a la dirección de llegada del alud.

Esta desviación lateral puede ser doble mediante el uso de cuñas. Estas cuñas se construirían con el vértice orientado vertiente arriba y la obra a proteger vertiente abajo; de modo que la cuña se encarga de romper el flujo de la avalancha en dos partes, quedando el centro sin flujo nivoso que afectase a la infraestructura.

Las obras de este tipo se construyen para la protección de carreteras en puertos de montaña, donde, por limitaciones de espacio, reducir la velocidad de una avalancha o detenerla es complicado.



Ilustración 25: Obras de desviación de aludes¹⁰¹.

¹⁰⁰ Tabla diseñada por el autor de este documento, gracias a la información extraída de MASES, Montserrat: “La defensa contra los riesgos naturales. El ejemplo de los aludes de nieve”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Vol. 13, nº 2, 2005.

¹⁰¹ Disponible en <https://cache.20minutes.fr/photos/2018/01/10/bus-drives-under-paravalanches-0eee-diaporama.jpg>, consultado el 11 de septiembre de 2018.

b) Obras de frenado

Este tipo de obras tiene como objetivo provocar la acumulación de nieve por encima de las instalaciones a proteger, disminuyendo la velocidad de descenso del alud. Para ello, se utilizan grupos de obstáculos dispuestos al tresbolillo, como dientes de frenado, diques o espigones; generalmente instalados en terrenos llanos previos a la construcción a proteger. Se construyen cuando el terreno es amplio y sin apenas pendiente¹⁰².

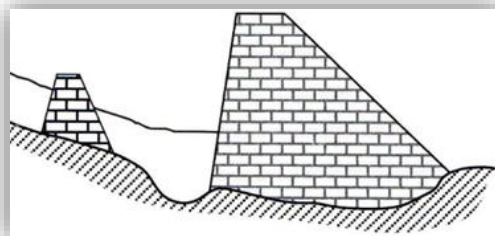


Ilustración 26: A la izda. “Diente de frenado” - a la dcha. “Dique de frenado”¹⁰³.

c) Obras de parada

Éstas se instalan en la zona de llegada con el objetivo de detener totalmente el avance de la avalancha. Se trata de muros resistentes que frenan el alud. Puede ir acompañados de depresiones para almacenar la nieve transportada. El problema de este tipo de construcciones es tener varios aludes consecutivos. La obra detendría el primero, pero sería ineficiente para los siguientes.



Ilustración 27: Muro de parada anti aludes¹⁰⁴.

d) Adaptación

Para evitar el paso por las zonas de aludes es necesario conocer cuáles son. Los aludes son fenómenos recurrentes; así que la probabilidad de producirse un alud en un lugar donde ya se ha dado en ocasiones atrás, es elevada. Por ello, existen estudios cartográficos de localización de áreas afectadas y un catastro de aludes que inventaría los puntos vulnerables. Además de los sistemas de predicción temporal, como los CMT de determinadas comunidades autónomas.

e) Alerta

Existen aplicaciones que permiten grabar, visualizar, administrar alarmas y compartir datos en tiempo real, a través de sensores que controlan el riesgo de avalanchas en la montaña. Se trata de una estación autónoma e inalámbrica que mide diferentes parámetros

¹⁰² MASES, Montserrat: “La defensa...”, óp.cit., pág. 121.

¹⁰³ ANCEY, Christophe: “Génie paravalanche, viabilité hivernale”, en ANCEY, Christophe (coord.): *Guide Neige et Avalanches. Connaissances, pratiques, sécurité*, Ed. Quae, Versailles, 1997, pág. 187.

¹⁰⁴ Fotografía “Mur anti-avalanche, Bettmeralp, Suisse” realizada por Stéphane Darmon & Ésèpe de Zélée, disponible en <https://www.pinterest.es/pin/342273640409188788>, consultado el 30 de agosto de 2018.

ambientales¹⁰⁵. Este sistema de pre-alerta, mide la tensión de las redes de protección contra avalanchas.

Unos péndulos colocados en la zona del alud detectan la avalancha, enviando una señal a un *software* colocado en una zona más baja. Un grupo de péndulos colocados en la zona de caída verifican la avalancha de nieve, enviando de nuevo una señal al *software*. Una vez recibida la señal, este sistema activa los semáforos colocados en la carretera, las sirenas y barreras –prohibiendo el paso–, y, envía un mensaje a los agentes responsables para que actúen en consencuencia.



Ilustración 28: Componentes del DRA: péndulo detector de movimiento, app. y semáforo¹⁰⁶.

Por otro lado, la *defensa permanente activa* consiste en impedir que se produzca un alud intentando retener la nieve ya en la zona de salida. Este tipo de obras suelen tener un elevado coste; puesto que el terreno donde se desempeñan es difícilmente accesible y practicable. Como consecuencia, no se practican grandes proyectos que requieran el uso de maquinaria pesada. Se recurre a trabajos actuando sobre el terreno, el viento o la acumulación de nieve. Son las siguientes:

a) *Las coníferas y pasto de montaña*

La modificación de la superficie del suelo, actuando sobre la vegetación y sustrato. Una práctica muy extendida¹⁰⁷ es la reforestación¹⁰⁸ con coníferas y favorecer el pastoreo¹⁰⁹ en las zonas herbáceas. Esta práctica tiene el inconveniente de que, a determinadas alturas, las coníferas requieren unas condiciones de temperatura, oxígeno y minerales del terreno entre otros, que no se cumplen.



Ilustración 29: Protección contra aludes - Bosque de coníferas¹¹⁰.

¹⁰⁵ Estado de la nieve, humedad, temperatura, radiación solar, dirección y velocidad del viento etc.

¹⁰⁶ Imagen creada por el autor de este documento a partir de vídeo. Vid. <https://www.youtube.com/watch?v=3MhUx0rSt5g>.

¹⁰⁷ Tal y como afirma MASES, Montserrat: “La defensa..., óp. cit., 2005, pág. 121.

¹⁰⁸ El arbolado supone una serie ininterrumpida de obstáculos que debe sortear la masa de nieve acumulada.

¹⁰⁹ Ayuda a mantener la hierba corta que sirve de anclaje del manto de nieve.

¹¹⁰ Vemos como desciende la masa nivosa por la vaguada donde no existe vegetación. Fotografía disponible en <http://footage.framepool.com/shoting/qf/302760499-avalanche-dusting-dust-mountain-forest-coniferous-forest.jpg>, consultada el 28 de agosto de 2018.

Además, su crecimiento requiere largos periodos de tiempo hasta conseguir su efectividad. Contrario a la reforestación es la tala de determinadas especies de arbustos¹¹¹ que contribuyen a la aparición de cámaras de aire entre el suelo y el manto nivoso generando aludes. En cuanto a la modificación topográfica, se llevan a cabo movimientos de tierra para la construcción de galerías o terrazas. Sin embargo, éstos últimos, apenas se producen en la actualidad ya que incrementan la erosión de la vertiente y tienen un impacto visual negativo.

b) Estabilización del manto nivoso

Consiste en la retención del manto nivoso mediante obras perpendiculares al suelo, rígidas, como son las vallas y rastrillos; o flexibles, como es el caso de las redes. Estas obras facilitan la aireación evitando la formación de cornisas. Además, su fabricación, instalación y mantenimiento es económico. Los puentes de nieve tienen el mismo funcionamiento.

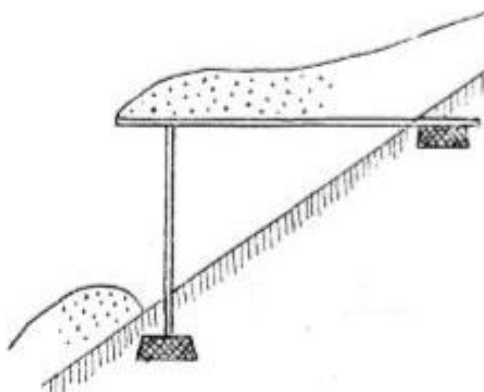


Ilustración 30: Puente de nieve¹¹².

Un exceso de nieve puede suponer un grave inconveniente, debido al peso que debe soportar el puente. El peligro de la sobrecarga redunda en que sean ineficaces si no resisten la masa acumulada o quedan cubiertas. Deben localizarse a lo largo de toda la zona de salida del potencial alud. Si se instalan de forma aislada, pierden su eficacia.

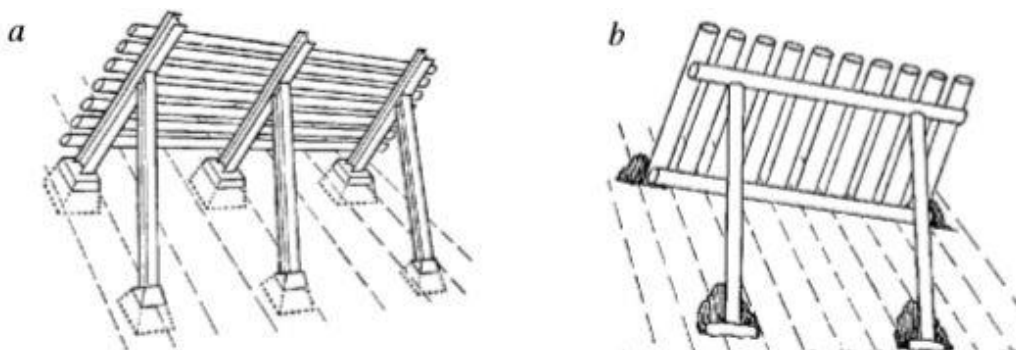


Ilustración 31: Obras rígidas. (a) Vallas (tablero horizontal) – (b) Rastrillos (tablero vertical)¹¹³.

¹¹¹ Ejemplo: *Rhododendron ferrugineum* ó azalea de montaña.

¹¹² Vid. CASTELLÓ, A: “Avalanchas: estudio físico – médico (1ª Parte)”, *Apunts: Medicina de l'esport*, Vol. 10, nº 38, 1973, pág. 85.

¹¹³ *Ibidem*.



Ilustración 32: Obras flexibles. Redes anti aludes dispuestas a diferentes alturas¹¹⁴.

c) Elementos que actúan sobre el viento

Existen varias alternativas para evitar la formación de neveros acumulados por el viento. Una de ellas son las barreras de viento. Éstas modifican el flujo de viento, disminuyendo su velocidad y creando remolinos. De este modo, se reduce la capacidad de transporte de partículas de nieve y su posterior sedimentación en el terreno. Por otro lado, existen los viravientos. Se trata de unos paneles que crean un remolino de viento a su alrededor y provocan la erosión del manto nivoso. Así dan lugar a una nieve más endurecida y estable.

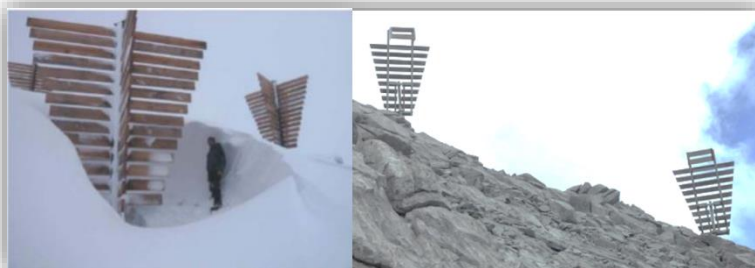


Ilustración 33: Superior; barreras de viento – inferior; viravientos¹¹⁵.

Respecto de las medidas de carácter temporal, las *defensas temporales pasivas* son las relativas a la reglamentación existente en el país¹¹⁶. Por ejemplo, la AEMET, a través de

¹¹⁴ Fotografía disponible en <https://www.geop.fr/wp-content/uploads/sites/3/2018/04/Filet-Paravalanche-X-CROSS.jpg>, consultada el 30 de agosto de 2018.

¹¹⁵ Fotografías disponibles en <https://solutioma.com/es/barreras-paraviento.php>; MARGRETH, Stefan; BURKAR, André; “Avalanche control structures and snow drift fences”, Module 8.1, UEE 2010, pág. 8.1-2 y, en <https://www.mendikat.net/com/image/94123>, respectivamente, consultadas el 28 de agosto de 2018.

¹¹⁶ España, así como otros países europeos, cuenta con una legislación referente a la edificación y planificación territorial en las áreas de montaña. Existe un catastro de aludes donde quedan registrados los puntos vulnerables, además de un protocolo de actuación para avalanchas. Cfr. MADOC: *ORI – 505...*, óp. cit., Julio, 2010, págs. de 4-3 a 4-5.

los CMT de Aragón, La Rioja, Navarra, Cataluña y el ICC, elabora un boletín diario de predicción de aludes para la zona del Pirineo, donde se da un parte meteorológico y nivológico. Dichos boletines utilizan la escala europea unificada de riesgo de aludes¹¹⁷.

En cuanto a prevención, el primer plan específico de aviso a fenómenos meteorológicos adversos fue denominado PREVIMET. Finalmente, en 2006 apareció METEOALERTA¹¹⁸, vigente hasta nuestros días. El objetivo de este plan es facilitar información sobre fenómenos atmosféricos adversos –lluvias, nevadas, fuertes vientos, tormentas, olas de frío, oleaje, galernas, deshielo, polvo en suspensión, olas de calor, rissagues¹¹⁹ y aludes– que se prevean con hasta 60 horas de antelación. A partir de este plan, se generan diferentes boletines de avisos e información para la población¹²⁰.

Una vez conocidos los fenómenos meteorológicos que nos afectan, se llevan a cabo las medidas de actuación necesarias. Para ello, existen diferentes procedimientos de actuación en función de la incidencia: en la vialidad de la red principal de carreteras, auxilio y evacuación de poblaciones aisladas, recuperación de vehículos en nieve, intervención en aludes, búsqueda de personas desaparecidas en grandes áreas nevadas o lesiones por frío¹²¹. Estos procedimientos vienen recogidos en los manuales de procedimientos de intervención en tormentas invernales, propios de las unidades encargadas de ello, y son de uso interno para las fuerzas armadas.

5. Conclusiones

PRIMERA.- Las operaciones defensivas analizadas en el trabajo son relevantes para la contramovilidad, movilidad y protección. Por ello, no solo deberían ser citados en nuestra Doctrina, sino que también deberían desarrollarse en los planes de instrucción y adiestramiento.

SEGUNDA.- Las zonas montañosas existen tanto en TN como en los TO donde interviene el ET realizando misiones internacionales, pudiendo convertirse éstas en escenario estratégico. De ahí, la necesidad de adiestrar a las tropas en este tipo de operaciones.

TERCERA.- Partiendo de que las unidades de zapadores tienen como objetivo facilitar el avance de las tropas propias, así como su protección y dificultar la maniobra del enemigo; se ha ideado una clasificación de los cometidos específicos de los ingenieros en montaña en base a los factores orográficos y la climatología. Esta división se debe a que, tanto el abrupto y escarpado terreno como las condiciones climatológicas extremas, ambos elementos propios de la montaña, dificultan la maniobrabilidad de nuestras tropas.

CUARTA.- El primer paso para la elaboración de este proyecto es dar a conocer cuáles son, por Doctrina, los cometidos específicos de las unidades de zapadores en operaciones llevadas a cabo en zonas montañosas. Puesto que algunos de éstos nunca se han llevado

¹¹⁷ Cuando el índice de peligro supera el nivel fuerte se activa un sistema de avisos de protección civil para situaciones meteorológicas adversas.

¹¹⁸ Elaborado por AEMET en colaboración con autoridades de Protección Civil.

¹¹⁹ Para que se produzcan las rissagases necesario una variación de presión atmosférica con frecuencia similar a la oscilación normal del nivel del mar. Véase GIL OLCINA, Antonio y OLCINA CANTOS, Jorge: *Tratado de climatología*, Universidad d'Alacant, Ed. Unión de editoriales universitarias españolas, 2017, pág. 244.

¹²⁰ Vid. MADOC: *ORI – 505...*, óp. cit., Julio, 2010, págs. de 4-3 a 4-5.

¹²¹ Todo ello queda recogido en MADOC: *ORI – 505...*, óp. cit., Julio, 2010, págs. de 2-1 a 2-11.

a cabo, el objetivo del proyecto es dar a conocer cuáles son las alternativas existentes en el ámbito civil. De esta manera, podríamos desarrollar métodos y procedimientos homogéneos para todas las unidades y basados en nuestras capacidades, limitaciones, necesidades y objetivos.

QUINTA.- La instalación de redes contra desprendimientos es uno de los cometidos que nunca se han desempeñado. Una de las innovaciones de este trabajo ha sido plantear su utilización en dos situaciones tácticas. En primer lugar, como protección de personal e infraestructuras, frente a posibles desprendimientos de material o masas de nieve de forma inesperada. En segundo lugar, como medio para dificultar la maniobra del enemigo, pues la rotura de éstas sobre las escasas vías de comunicación dificultaría el avance del enemigo o impediría su paso, obligando a las tropas a buscar una vía alternativa.

SEXTA.- El Ejército de Tierra posee en dotación un teleférico de circunstancias. Sin embargo, es un sistema en desuso. Esto se debe a que la mayoría del personal de las FFAA desconoce su existencia. Este proyecto trata de dar a conocer su disponibilidad en SIGLE y darle aplicación como un sistema de apoyo logístico que salva ciertos desniveles en zonas abruptas. La ventaja del uso del teleférico redunda en la reducción del tiempo de suministro logístico de material sobre la cumbre de la montaña frente a las unidades de a pie o vehículo terrestre. Con la instalación del teleférico, el abastecimiento de determinados materiales no dependería de la existencia o el estado de las vías de comunicación ni de las condiciones meteorológicas. A pesar de las ventajas logísticas que ofrece frente a unidades terrestres, la aparición de las FAMET con diferentes objetivos—maniobra, reconocimiento y transporte—, ofrece nuevas capacidades en determinadas ocasiones. Todo ello provoca que la instrucción en la construcción del teleférico de circunstancias quede relegada a un segundo plano.

SÉPTIMA.- El desencadenamiento controlado de aludes es otro de los cometidos específicos de zapadores que no se ha llevado a cabo en una operación. Sin embargo, algunas aplicaciones tácticas de apoyo a la contramovilidad pueden ser: impedir el acceso a túneles, destruir pasos, obstaculizar el tránsito de carreteras, detener el avance de las tropas enemigas a pie, entre otros. También puede darse como medida de protección, puesto que las tropas podrían verse sorprendidas por una avalancha incontrolada durante la realización de sus ejercicios. Así, provocar un alud en el tiempo y zona deseada podría disminuir el riesgo de sufrir accidentes.

OCTAVA.- Las obras de fortificación tienen carácter permanente, de modo que pueden utilizarse como medio de protección de nuestras infraestructuras tanto frente a temporales propios del clima de montaña como de operaciones de contramovilidad desempeñadas por el enemigo sobre nuestros medios. De esta manera, permiten que las tropas puedan desplazarse sin riesgo y que los medios e infraestructuras no sufran daños considerables. Asimismo, dado el carácter fijo de estas construcciones, tanto en tiempo de paz como en guerra, benefician a los pobladores de la montaña en caso de sufrir aludes o desprendimientos de material rocoso.

NOVENA.- Los trabajos examinados a lo largo del proyecto, a pesar de estar definidos como cometidos específicos de zapadores, no se explican siguiendo un método de actuación que permita la unificación de procedimientos a seguir para su realización, lo que dificulta su puesta en práctica. Por ello, acciones como la provocación de aludes o desprendimientos de tierra con fines tácticos militares nunca se han realizado. Otras, como la construcción del teleférico de circunstancias, apenas se han llevado a cabo en los últimos años debido a las necesidades técnicas y de acopio de material que ésta requiere.

6. Bibliografía

ANCEY, Christophe: “Génie paravalanche, viabilité hivernale”, en ANCEY, Christophe (coord.): *Guide Neige et Avalanches. Connaissances, pratiques, sécurité*, Ed. Quae, Versailles, 1997.

CASTELLÓ, A: “Avalanchas: estudio físico – médico (1ª Parte)”, *Apunts: Medicina de l'esport*, Vol. 10, nº 38, 1973.

COLOM PIELLA, Guillem: *¿El auge de los conflictos híbridos?*, Octubre 2014.

FERROCARRILS DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA: *Plec de prescripcions tècniques particulars que regiran la licitació per a la contractació de l'execució de les obres d'estabilització de diversos talussos a la carretera d'accés a Port Ainé*, 2007.

GIL OLCINA, Antonio y OLCINA CANTOS, Jorge: *Tratado de climatología*, Universidad d'Alacant, Ed. Unión de editoriales universitarias españolas, 2017.

GÓMEZ CRESPO, Antonio: *Protección y estabilización de taludes en roca*, nº 125, 1978.

GONZÁLEZ CABALLERO, Matilde: *El terreno*, Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, 2001.

HEAD QUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY AND AIR FORCE: *The Army Technical Manual Tm5-270 Cableways Tramways And Suspension Bridges*, 1964.

INSTITUTO ESPAÑOL DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS: *Panorama geopolítico de los conflictos 2017*.

LIVIO, Tito: *Historia de Roma desde su fundación*, Ed. Alianza Editorial, Madrid, 1992.

LÓPEZ MARTÍNEZ, Jerónimo: “El riesgo debido a los aludes”, en INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Riesgos Geológicos*, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 1987.

MACCAFERRI: *Sistemas contra la caída de rocas. Necesidades y soluciones*, 2008.

MADOC: *Informe MCE _1552 R Instrucción y Adiestramiento en terreno montañoso y clima frío*, 7 de Mayo de 2015.

MADOC: *OR1 – 505, Torminver 10. Orientaciones. Procedimientos de intervención e tormentas invernales*, Julio, 2010.

MADOC: *OR3 – 401, Orientaciones. Empleo de los Ingenieros*, 2005.

MADOC: *OR4 – 402, Orientaciones Batallón de Zapadores*, 2005.

MADOC: *OR7 – 013, Orientaciones Vida y Movimiento en Montaña*, 2000.

MADOC: PD3 – 316, *Empleo de las Fuerzas Terrestres*, 2016.

MADOC: PD4 – 009, *Combate en montaña y zonas de clima frío*, 2014.

MADOC: PD4 – 102, *Batallón de Cazadores de Montaña*, 2009.

MANDO DE APOYO LOGÍSTICO DEL EJÉRCITO: *Vademécum General de Armamento y Material. IV – Material de Ingenieros*, Tomo 1 – Máquinas pesadas.

MARTÍN BERNARDÍ, Miguel: “¿Cuarteles Generales de División? Sí, gracias”, *Revista Ejército*, nº 899, Marzo 2016.

MASES, Montserrat: “La defensa contra los riesgos naturales. El ejemplo de los aludes de nieve”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Vol. 13, nº 2, 2005.

MILITARY INTELLIGENCE DIVISION: *German mountain warfare*, Special Series, nº 21, 29 de Febrero de 1944.

NAVARRO BONILLA, Diego; ESTEBAN NAVARRO, Miguel Ángel (coords.): *Terrorismo global. Gestión de información y servicios de inteligencia*, Ed. Plaza y Valdés, Madrid, 2007.

NAVARRO, Francisco: “Teleférico de Circunstancias.”, *Revista ilustrada de las Armas y Servicios. Ministerio del Ejército*, nº 81, Octubre, Madrid, 1946.

NOP JTM 300-10: “Concepto de empleo de la Jefatura de Tropas de Montaña”, Enero 2010.

ODALRIC DE CAIXAL I MATA, David: “La batalla de Stalingrado: el principio del fin del ejército alemán en el este”, *Revista Aequitas*, Vol. 5, 2015.

POLIBYIO MEGALOPOLITANO: *Historia*, Tomo I, Libro Tercero, Capítulo XV - Tránsito de los Alpes por Annibal. Emboscadas, desfiladeros, y dificultades que tiene que vencer, Madrid, 1789.

RUIZ MARTÍN, Ángel: “Servicio de Teleféricos”, *Revista ilustrada de las Armas y Servicios Ministerio del Ejército*, nº 159, Abril, Madrid, 1953.

SÁNCHEZ HERRÁEZ, Pedro: *La nueva guerra híbrida: un somero análisis estratégico*, 2014.

SEGOVIA, José: “El arma rusa invencible”, *XLsemanal*, 14 de febrero de 2018.

US ARMY: ATP 3-90.97, *Mountain Warfare and Cold Weather Operation*, Abril, 2016.

VARGAS CUERVO, G.: “Criterios para la clasificación y descripción de movimientos en masa”, *Boletín de Geología*, Vol. 22, nº 37, Bogotá, Julio – Diciembre 2000.

7. Anexo I: Entrevista cuadros de Mando RING 1

Las preguntas de esta entrevista fueron realizadas a distintos cuadros de Mando de RING 1, tanto oficiales como suboficiales. Fueron seleccionados por su experiencia previa, tanto por sus años de servicio en el ET, como por haber sido destinados en la Unidad Militar de Emergencias o en unidades de zapadores que han apoyado a unidades de maniobra en zona montañosa.

1. Durante su servicio en una brigada, ¿qué tipo de prácticas llevaban a cabo en zona montañosa?

En unas maniobras tipo Alfa¹²², podría decirse que la instrucción se dividía en dos etapas diferenciadas. La primera, estaba encaminada principalmente a la adaptación del personal, medios y equipo a la vida en la montaña. Es decir, prácticas de supervivencia en un clima extremo como es el frío, nieve y viento. En esta etapa, se trataba el desplazamiento de las unidades a pie –con esquís, raquetas y piolets– y en vehículo, el montaje de campamentos –de barracones, de tiendas, vivaques contruidos con ramaje, con nieve o hielo e iglús–, la habilitación de áreas de estacionamiento e instalaciones semipermanentes. También se tratan prácticas de formación en técnicas de rescate en altura o rescate en derrumbamientos y espacios colapsados. Una vez las unidades habían adquirido las habilidades y capacidades pertinentes, se pasaba a una segunda fase de trabajo más ligada con acciones de combate propias de zapadores, tanto encaminadas a la ofensiva como a la defensiva. Para la defensiva, la existencia de zonas pasivas facilita las acciones de contramovilidad –planes de obstáculos sobre avenidas de aproximación, con un elevado uso de explosivos debido a la naturaleza del terreno. En operaciones ofensivas, los cometidos básicos eran operaciones para abrir paso en las escasas rutas y la instalación de pasos semipermanentes, como las tirolinas, o permanentes, como los puentes y pasarelas para el cruce de pequeñas corrientes de agua. Cuando la unidad realizaba ejercicios en apoyo a otras unidades, es decir, maniobras interarmas¹²³, nuestros cometidos eran modificados. Ya no había una fase de acondicionamiento a la vida en montaña, sino que directamente se trabajaba el combate. Se hacen ejercicios de apertura o levantamiento de obstáculos, limpieza de rutas, se preveía posibles zonas de paso, ejecución de obstrucciones, trampas explosivas, evacuación de heridos, etc.

2. En cuanto a los cometidos específicos de las operaciones defensivas en una unidad de zapadores de montaña (desencadenamiento y defensa frente a aludes; desprendimientos de terreno; y, la instalación de un teleférico de circunstancias) ¿qué podría concluir?

A pesar de ser capacidades propias de los zapadores según Doctrina, se podría decir que, en cuanto a aludes, solamente se han trabajado ejercicios en colaboración con personal civil y otras unidades de montaña como la Guardia Civil, para la búsqueda, rescate y primeros auxilios de personal que había quedado atrapado por un alud. En ningún caso, nuestro

¹²² Maniobras en las que se realizan prácticas con entidad nivel compañía, es decir, propias, internas de la unidad.

¹²³ Donde trabaja personal perteneciente al Arma de Infantería, Caballería, Ingenieros, Transmisiones, y, Artillería de manera conjunta.

cometido ha sido provocar de forma controlada un alud, ya sea como método de contramovilidad, o, evitar que se genere por sorpresa.

Tratando el tema de desprendimientos de tierra, se ha colaborado en trabajos para despejar vías de comunicación que habían sido obstruidas por la caída de rocas sobre el pavimento impidiendo el tránsito a través de éstas. Sin embargo, no se han tenido que provocar desprendimientos como medida de protección frente a ataques enemigos ni como medida de contramovilidad.

En cuanto a la construcción de un teleférico, sabíamos que el ET disponía de uno en dotación. Sin embargo, las prácticas que hemos realizado se han basado en la instalación de pasos semipermanentes o permanentes, como tirolinas, o, cuerdas para practicar rapel.

Relativo a la adopción de medidas frente a aludes o desprendimientos, se han instalado redes sobre taludes y distintos tipos de parapetos, muros o vallas de contención.

3. De acuerdo a sus experiencias y conocimientos relativos a montaña, deduzco que, a pesar de estar marcados como cometidos concretos de las unidades de zapadores en zona montañosa, las prácticas definidas en este proyecto no se llevan a cabo en períodos de instrucción. ¿Podrían sugerir causas por las que no se desempeñan este tipo de trabajos?

Desde la humilde posición de cuadro de mando de entidad compañía, sección o pelotón, se nos ocurren varios motivos por los que no se practican. Por ejemplo, el desencadenamiento de aludes de forma controlada. Sin embargo, el ET no dispone de ninguno de estos aparatos civiles –que sí son utilizados, por ejemplo, en varias estaciones de esquí del Pirineo francés. Otro motivo son las medidas de seguridad necesarias en este tipo de prácticas. Muchos lugares óptimos para realizar ejercicios de instrucción y producir avalanchas son transitados por personal civil; lo que la ejecución de estas prácticas resultaría muy peligroso. Quizás, otra razón podría ser el histórico de bajas del ET causados por una avalancha. ¿Cuántas veces hemos escuchado en las noticias que un militar ha sido sepultado por la nieve que desplaza una avalancha?

Por otro lado, con las últimas remodelaciones sufridas en la organización del ET, las unidades de montaña han resultado bastante perjudicadas al ver disminuido el número de sus tropas, presupuestos, capacidades y medios, entre otros. Son escasos los ejercicios en los que los zapadores actúan en colaboración con unidades de montaña; de modo que, cuando se llevan a cabo, las principales misiones son adaptación a la vida y movimiento en la montaña.

Referido a ejercicios tácticos de movilidad, el tendido de pasos semipermanentes, como tirolinas o teleféricos horizontales, son los más frecuentes. Para la contramovilidad, es habitual colocar tapones de minas en las escasas vías de comunicación existentes; y para protección, se suelen ejercer medidas de fortificación de campamentos, refugios o asentamiento de armas.

8. Anexo II: Teleféricos del ET

Datos Generales	
NIN	NOC/NPC
331795278	5420331795278
Nombre Aprobado	
TELEFERICO MEC TYCE M-1	
Nombre Aprobado Inglés	
CABLEWAY SET AERIAL	
Cabecera	
542035	TELEFERICO
Grado Identificación	
Denominación Reglamentaria	
TELEFERICO MEC TYCE M-1	
CF NOCs	
Frase	
Cód. Antiguo	
542033K795278	
Clase/Subclase	
Fam. Apoyo	
290500	
MAT DIVERSO INGENIEROS&ZAPADORES PCMMI	
Estado	
Estado SICET	
0	
IDENTIFICACION ACTIVA	
Sustituto	
Documento Adjunto	
S	
Tipo	
K	
RESTO DE ARTICULOS EN SIGLE	
Grupo Estructural	
0	
CUF CON FILACIÓN- ARTICULO FINAL	
Voz Colectiva	
A54200	
PUENTES	
Fecha Ult. Actualización	
09-05-2014	
Tipo Recurso	
20	
ZAPADORES	
COA	
5420	
PUENTES FIJOS Y FLOTANTES.	
Abastecimiento	
Precio Estándar	
Regulado	
Canjeable	
Consumible	
Peticiónable	
Control Unitario	
Control Unitario	
Z	
NUMERO Z (INGENIEROS ZAPADORES)	
Control Unitario Adicional 1	
Control Unitario Adicional 2	
Asociado a Persona	
Cant. Asociada	
Clase Contable	
Duración Estdar. Gar.	
Petición Compra	
Crítico	
Crítico Estacional	
Valor Consumo	
Consumo	
Inventario	
SURPLUS	
Aptado en Altura	
Transporte/Almacenamiento	
Unidad Envío Externa	
Unidad Envío Interna	
Expresión Cuantitativa	
EA	
CADA (UNIDAD)	
EA	
CADA (UNIDAD)	

Ilustración 34: Muestra de la dotación en activo del teleférico del ET – pantalla de SIGLE¹²⁴.

Datos Generales	
NIN	NOC/NPC
3000540001	542033K058233
Nombre Aprobado	
TELEFERICO ELECTROHIDRAL TYCE M-194	
Nombre Aprobado Inglés	
CABLEWAY SET AERIAL	
Cabecera	
542035	TELEFERICO
Grado Identificación	
Denominación Reglamentaria	
TELEFERICO ELECTROHIDRAL TYCE M-194	
CF NOCs	
Frase	
Cód. Antiguo	
542033K795278	
Clase/Subclase	
Fam. Apoyo	
290500	
MAT DIVERSO INGENIEROS&ZAPADORES PCMMI	
Estado	
Estado SICET	
4	
ID. CANCELADA SIN SUSTITUTO	
Sustituto	
Documento Adjunto	
N	
Tipo	
A	
MAQUINA / HERRAMIENTA (AMORTIZABLE)	
Grupo Estructural	
0	
CUF CON FILACIÓN- ARTICULO FINAL	
Voz Colectiva	
A54200	
PUENTES	
Fecha Ult. Actualización	
09-05-2014	
Tipo Recurso	
20	
ZAPADORES	
COA	
5420	
PUENTES FIJOS Y FLOTANTES.	
Abastecimiento	
Precio Estándar	
Regulado	
Canjeable	
Consumible	
Peticiónable	
Control Unitario	
Control Unitario	
Z	
NUMERO Z (INGENIEROS ZAPADORES)	
Control Unitario Adicional 1	
Control Unitario Adicional 2	
Asociado a Persona	
Cant. Asociada	
Clase Contable	
Duración Estdar. Gar.	
Petición Compra	
Crítico	
Crítico Estacional	
Valor Consumo	
Consumo	
Inventario	
SURPLUS	
Aptado en Altura	
Transporte/Almacenamiento	
Unidad Envío Externa	
Unidad Envío Interna	
Expresión Cuantitativa	
EA	
CADA (UNIDAD)	
EA	
CADA (UNIDAD)	

Ilustración 35: Muestra del antiguo teleférico en dotación del ET – pantalla del sistema SIGLE¹²⁵.

¹²⁴ Imagen obtenida por el autor de este documento.

¹²⁵ Imagen obtenida por el autor de este documento.

Este teleférico en dotación, se puede instalar de tres modos diferentes –en andarivel, en tranvía o en tobogán– en función de las necesidades, características del terreno donde se desea instalar y la situación táctica en la que se realiza la maniobra¹²⁶.

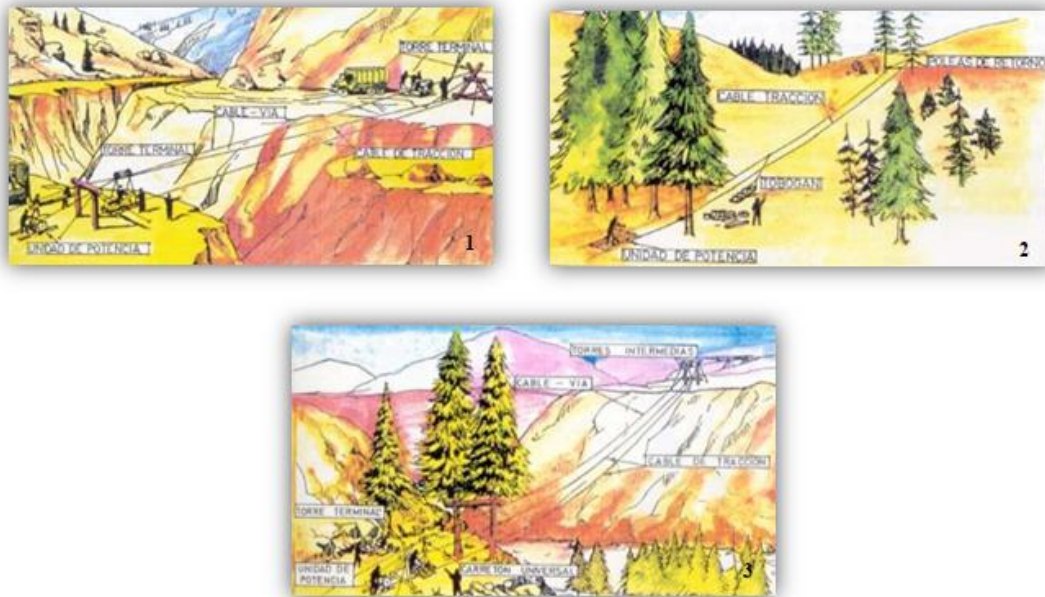


Ilustración 36: Teleférico M1. Montaje en: (1) Andarivel. (2) Tobogán. (3) Tranvía¹²⁷.

¹²⁶ Existe un único modelo de teleférico en dotación. La ausencia de instalación en los últimos años provoca que haya pocas referencias de éste. Por ello, en este proyecto no se ha desarrollado con mayor profundidad.

¹²⁷ Montaje creado por el autor a partir de imágenes obtenidas de MANDO DE APOYO LOGÍSTICO DEL EJÉRCITO: *Vademécum*..., óp. cit., págs. 564-569.

9. Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Mapa de las misiones internacionales con presencia de las FFAA.....	5
Ilustración 2: Revestimiento Steel Grid.....	8
Ilustración 3: Esquema de revestimiento de redes.....	9
Ilustración 4: El comportamiento de la fuerza en los taludes.....	9
Ilustración 5: Barreras metálicas.	9
Ilustración 6: Muro de gavión.	10
Ilustración 7: Derrumbe de un talud sobre la vía de La Cumbre, La Palma.	11
Ilustración 8: Operarios realizando los trabajos de limpieza de la N-360.....	11
Ilustración 9: Teleférico con cable portador único y fijo.	12
Ilustración 10: Teleférico con cable continuo.	13
Ilustración 11: Detalle del carrillo en el cable sustentador.....	13
Ilustración 12: Teleférico con cable tractor continuo.....	13
Ilustración 13: Teleférico con cable tractor simple.	13
Ilustración 14: Teleférico con cable tractor simple.	14
Ilustración 15: Teleférico tricable.....	14
Ilustración 16: Diferentes métodos de anclaje de los terminales al terreno.	14
Ilustración 17: Diferentes métodos de anclaje de torres intermedias.	15
Ilustración 18: Desencadenamiento de aludes a pie.	17
Ilustración 19: Catex.....	18
Ilustración 20: Avalancheur.	18
Ilustración 21: Gazex.....	19
Ilustración 22: O'Bellx.....	20
Ilustración 23: DaisyBell.	20
Ilustración 24: Avalhex.	21
Ilustración 25: Obras de desviación de aludes.	24
Ilustración 26: “Diente de frenado” y “Dique de frenado”.	25
Ilustración 27: Muro de parada anti aludes.	25
Ilustración 28: Componentes del DRA.....	26
Ilustración 29: Protección contra aludes - Bosque de coníferas.....	26
Ilustración 30: Puente de nieve.....	27
Ilustración 31: Obras rígidas.....	27
Ilustración 32: Obras flexibles.....	28
Ilustración 33: Barreras de viento y viravientos.....	28
Ilustración 34: Muestra de la dotación en activo del teleférico del ET	35
Ilustración 35: Muestra del antiguo teleférico en dotación del ET.....	35
Ilustración 36: Teleférico M1.....	36